

文章编号:1003-8701(2014)03-0031-05

盐碱化及养分投入对稻田土壤基础肥力的影响

徐尚涛¹, 崔金虎^{1*}, 侯立刚², 齐春艳^{2*}, 刘 亮²,
孙洪娇², 隋朋举², 郭晞明², 付 胜², 徐 冲²

(1. 吉林大学农学部植物科学学院, 长春 130036; 2. 吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要 通过施肥和不施肥处理, 研究水稻收获后盐碱化稻田土壤养分状况, 旨在明确盐碱化及养分投入对稻田土壤基础肥力的影响, 为盐碱地水稻生产配方施肥提供理论依据。结果表明, 不论施肥与否, 土壤盐碱化均导致土壤全氮、速效氮、全磷、速效磷、速效钾含量下降; 全钾含量变化略有不同, 未施肥情况下, 盐碱土壤全钾含量降低, 施肥后, 反而升高。化肥施入后, 各处理全氮、全磷、速效磷含量相应增加, 速效氮含量却相应下降, 全钾、速效钾含量的变化受土壤类型和品种的影响较大。

关键词 盐碱; 水稻; 土壤; 养分

中图分类号: S511.061

文献标识码: A

Effect of Soil Salinization and Nutrient Inputs on Soil Fertility of Paddy Field

XU Shang-tao¹, CUI Jin-hu^{1*}, HOU Li-gang², QI Chun-yan^{2*}, LIU Liang²,
SUN Hong-jiao², SUI Peng-ju², GUO Xi-ming², FU Sheng², XU Chong²

(1. College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130036;

2. Rice Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: By comparing of soil nutrient condition with fertilization and no fertilization treatments, the effect of soil salinization and nutrient inputs on soil fertility of paddy field was clarified, which provides theoretical basis for formula fertilization in soda alkali-saline area. The results showed that the contents of total N, available N, total P, available P and available K in alkali-saline soil decreased with fertilization and no fertilization treatments. But change of total K content was different. It decreased in no fertilization treatments. In fertilization treatment, the content of total K increased. After chemical fertilizer was applied, the contents of total N, total P and available P were increased, respectively. However, available N decreased correspondingly. The contents of total K and available K were influenced by soil types and plant variety.

Keywords: Saline-alkaline; Rice; Soil; Nutrient

盐碱地是一种非常重要的后备耕地资源。经实践证明, 通过开垦盐碱地种植水稻^[1], 能有效地治理和改良盐碱土壤, 同时又能提高稻米产量, 取

得环境改善与农业增收双赢的局面。据统计, 在吉林省西部地区, 苏打盐碱地种植水稻总面积已达23.33万hm²。特别是在“引嫩入白”、“大安灌区”等工程项目建设以后, 这一地区可成为国家重要的优质商品粮生产基地^[2]。

目前, 已开垦的盐碱水田经过多年种植以后, 土壤盐碱化程度明显降低, 生态环境得到明显改善, 但盐碱稻田土壤肥力偏低, 尤其是氮肥效力不明显^[3], 且长期以来农民偏施氮肥、养分投入不平衡、施肥技术不科学, 施肥效益下降^[4], 影响盐碱地水稻生产。为此, 探讨盐碱稻田土壤施入氮、磷、

收稿日期: 2014-03-26

基金项目: “十二五”粮食丰产工程课题(2011BAD16B10); 吉林省人社厅博士后科研项目(01906)

作者简介: 徐尚涛(1988-), 男, 在读硕士, 主要从事盐碱地水稻逆境响应机理及栽培技术研究。

通讯作者: 崔金虎, 男, 教授, 博士, E-mail: cuijinhui@163.com

齐春艳, 女, 副研究员, 博士,

E-mail: qichunyan0516@163.com

钾肥后养分的变化情况,明确盐碱化及养分投入对稻田土壤基础肥力的影响,为实现盐碱地水稻生产配方施肥、提高肥料利用率、增加产量提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于 2013 年在吉林省农业科学院水稻研究所试验基地进行。供试土壤为非盐碱土和盐碱土,供试水稻品种为吉粳 88 和吉粳 511,均由吉林省农业科学院水稻研究所提供。

1.2 试验设计

土壤分别为非盐碱土(S0,EC=1.03 ms/cm,pH=6.68)、轻度盐碱土(S1,EC=1.13 ms/cm,pH=7.68)和 中度盐碱土(S2,EC=1.15 ms/cm,pH=8.43)。养分供应为不施肥处理(Fa)和施肥处理(Fb,150 kg N/hm²、75 kg P₂O₅/hm²、100 kg K₂O/hm²)。

4 月 15 日播种育苗,5 月 28 日选取长势一致的秧苗移栽至盆钵(490.8 cm²×27 cm,12 kg 干土/盆)中,3 穴/盆,3 株/穴,3 次重复。氮肥按基肥:蘖肥:穗肥:粒肥=4:3:2:1 的比例施入,磷肥作为基肥于插秧前一次性施入,钾肥按基肥:穗肥=1:1 比例施入。全生育期浅水层管理,收获前 10 d 断水,防雨棚防雨。水稻植株收获后,取盆内土壤风

干后混匀、过筛,以备测定。

1.3 测定项目及方法

土壤全氮含量的测定采用凯氏定氮法,速效氮含量的测定采用碱解扩散吸收法;全磷含量的测定采用高氯酸-硫酸-钼锑抗比色法;速效磷含量的测定用碳酸氢钠法;全钾含量的测定采用氢氧化钠熔融、火焰光度法;速效钾含量的测定采用 1 mol/L 醋酸铵浸提、火焰光度计法测定^[5]。

2 结果与分 析

2.1 土壤全氮、速效氮含量

2.1.1 全氮含量

从图 1 可以看出,随着盐碱化程度的加重,未施肥处理和施肥处理全氮含量均呈现逐渐下降的趋势。吉粳 88 在 Fa 条件下,S1、S2 土壤全氮含量分别比 S0 全氮含量降低 42.9%和 58.8%,在 Fb 条件下,S1、S2 土壤全氮含量分别比 S0 降低 60.1%和 61.0%;吉粳 511 与吉粳 88 趋势相似,Fa 条件下,S1、S2 土壤全氮含量分别比 S0 降低 32.2%和 55.5%,Fb 条件下,S1、S2 土壤全氮含量分别比 S0 降低 46.9%和 55.6%。吉粳 88 各处理全氮含量随着盐碱胁迫的加重,降低幅度要大于吉粳 511,说明种植吉粳 88 的土壤全氮含量对土壤盐碱化的响应比种植吉粳 511 的处理变化剧烈。

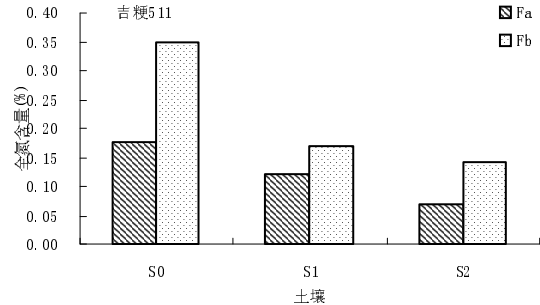
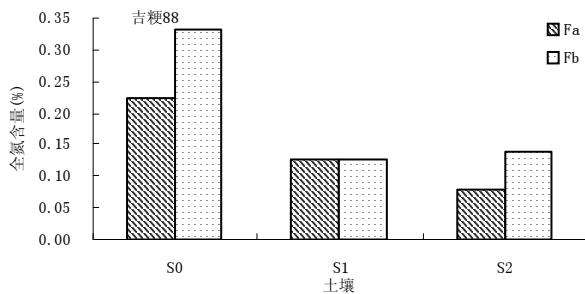


图 1 养分投入后土壤全氮含量的变化

施入化肥后,S0 土壤条件下,吉粳 88 和吉粳 511 处理全氮含量分别增加 41.7%和 96.5%;S1 土壤条件下,吉粳 88 变化不明显,吉粳 511 增加 53.7%;S2 土壤条件下,吉粳 88 和吉粳 511 分别增加 34.2%和 96.3%。养分投入后,吉粳 88 各处理全氮含量增加的幅度要小于吉粳 511,说明吉粳 88 对尿素氮的利用率较高。反映在品种上的这种差异,可能与吉粳 88 的喜肥特性有关。

2.1.2 速效氮含量

随着盐碱化程度的增加,未施肥处理和施肥处理速效氮含量与全氮含量相同,亦呈下降趋势。吉粳

88 在 Fa 条件下,S1、S2 土壤速效氮含量分别比 S0 降低 22.1%和 52.0%,在 Fb 条件下,S1、S2 土壤速效氮含量分别比 S0 降低 37.3%和 49.2%;吉粳 511 在 Fa 条件下,S1、S2 土壤速效氮含量分别比 S0 降低 44.6%和 60.6%,在 Fb 条件下,S1、S2 土壤速效氮含量分别比 S0 降低 21.1%和 63.5%。

与全氮含量变化不同的是,施入化肥后,除 S1-吉粳 511 施肥与不施肥处理差异不明显外,其他各处理速效氮含量均下降。两个品种相同的是,S1 土壤条件下,Fb 比 Fa 处理速效氮含量降幅大,S2 土壤条件下,Fa 比 Fb 处理速效氮含量降幅大。

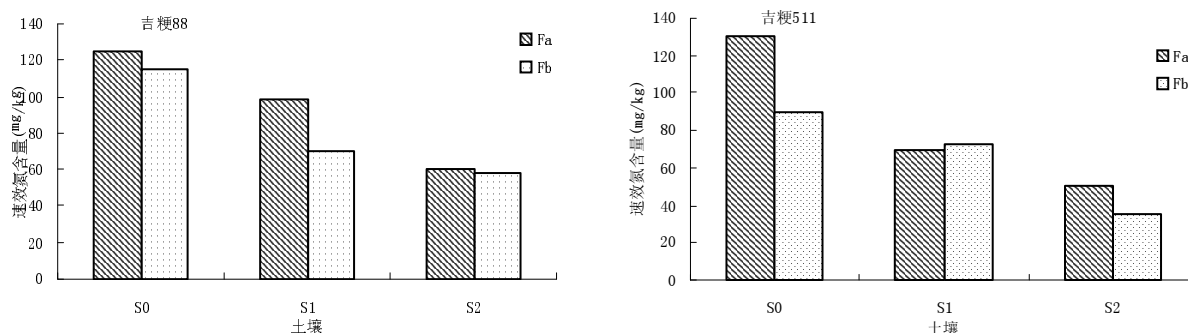


图2 养分投入后土壤速效氮含量的变化

2.2 土壤全磷、速效磷含量的变化

2.2.1 全磷含量

不论施肥与否,盐碱化土壤全磷含量均显著降低,盐碱化愈重,降低愈明显。吉梗88在Fa条件下,S1、S2土壤全磷含量分别比S0降低66.5%和78.0%,在Fb条件下,S1、S2土壤全磷含量分别比S0降低70.1%和76.1%;吉梗511在Fa条件下,S1、S2土壤全磷含量分别比S0降低47.1%和51.9%,在Fb条件下,S1、S2土壤全磷含量分别比S0降低59.3%和72.0%。

和72.0%。

养分投入后,除S1-吉梗88、S2-吉梗511的施肥与不施肥处理变化不明显外,其他处理全磷含量均呈极显著增加。S0土壤,吉梗88和吉梗511处理全磷含量分别增加17.4%和81.0%;S1土壤,吉梗511处理增加39.3%;S2土壤,吉梗88增加27.5%。另外,从品种来看,吉梗88各处理全磷含量高于吉梗511各处理(图3)。

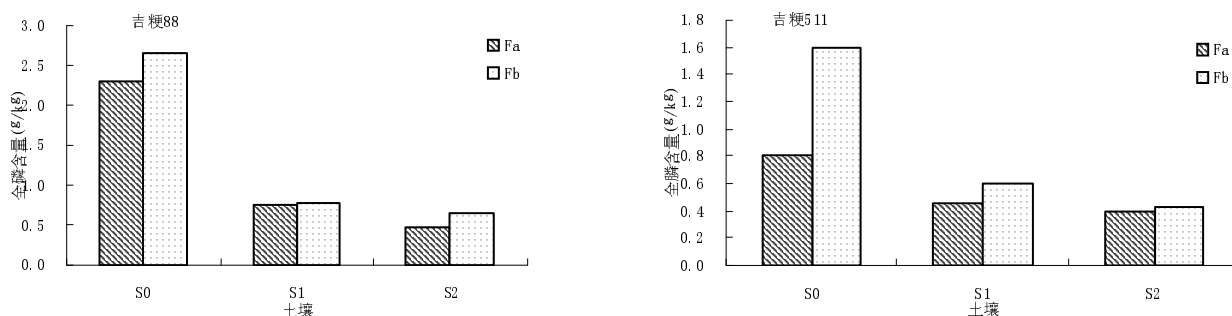


图3 养分投入后土壤全磷含量的变化

2.2.2 速效磷含量

从图4可以看出,与全磷相同,不论施肥与否,盐碱化土壤速效磷含量亦显著降低,盐碱化愈重,降低愈明显。吉梗88在Fa条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低21.3%和47.0%,在Fb条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低30.3%和51.6%;吉梗511在Fa条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低23.6%和42.9%,在Fb条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低8.7%和51.0%。

47.0%,在Fb条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低30.3%和51.6%;吉梗511在Fa条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低23.6%和42.9%,在Fb条件下,S1、S2土壤速效磷含量分别比S0降低8.7%和51.0%。

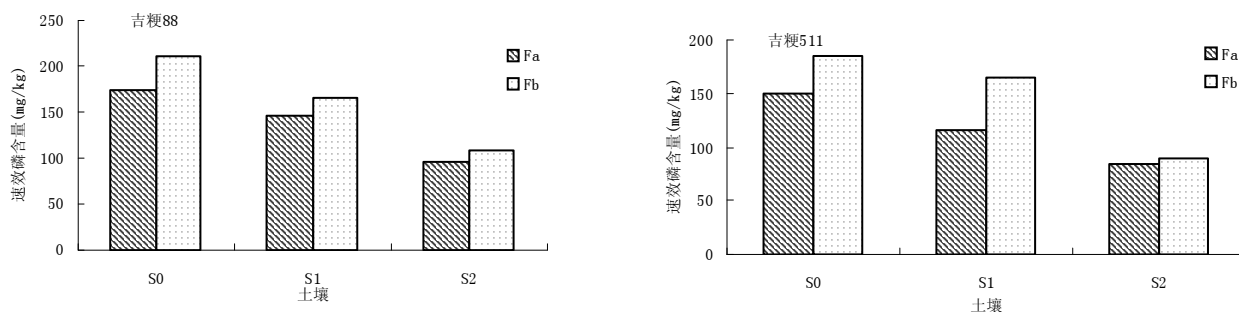


图4 养分投入后土壤速效磷含量的变化

养分投入后,非盐碱土壤速效磷含量极显著增加,盐碱土壤速效磷含量因品种不同而存在差异,种植吉粳 88 品种的盐碱化土壤速效磷含量增加但不显著,而种植 511 品种的各类型土壤则显著提升,S0、S1、S2 各处理速效磷含量分别增加 25.8%、50.3%和 7.9%(图 4)。

2.3 土壤全钾、速效钾含量的变化

2.3.1 全钾含量

从图 5 可以看出,全钾含量与其他养分含量

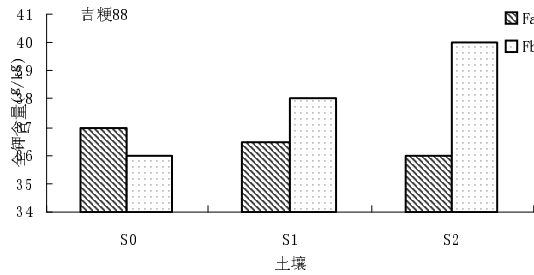


图 5 养分投入后土壤全钾含量的变化

养分投入后,全钾含量的变化与其他养分不同,S0 土壤,两个品种施入化肥后全钾含量下降,吉粳 88 和吉粳 511 土壤全钾含量分别下降 2.9%和 7.2%;而 S1 和 S2 土壤全钾含量增加,且表现出随着盐碱化程度的增加而增加,S1 土壤条件下,吉粳 88 和吉粳 511 土壤全钾含量分别增加 4.0%和 1.3%,S2 土壤条件下,吉粳 88 和吉粳 511 土壤全钾含量分别增加 9.2%和 4.3%。

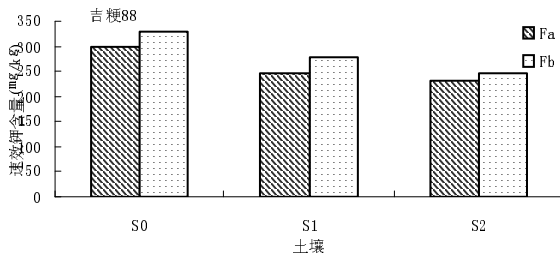


图 6 养分投入后土壤速效钾含量的变化

量分别比 S0 降低 22.5%和 20.7%。

但施肥与不施肥相比,两个品种的表现略有不同,吉粳 88 施肥后各处理速效钾含量增加,吉粳 511 施肥后,非盐碱土速效钾含量增加,盐碱土速效钾含量则呈降低趋势。

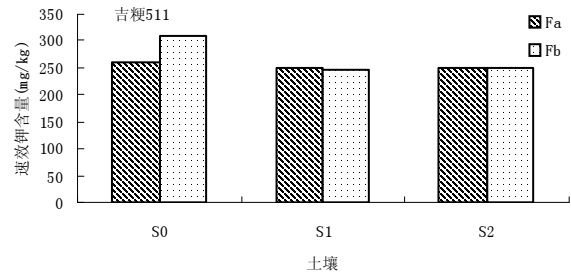
3 结论与讨论

土壤类型不同,其中的养分含量也不同^[6],而土壤养分含量是表征土壤肥力的重要标志之一^[7-8],直接关系到作物的生长发育、产量和品质。在各种营

不同,在非盐碱土和盐碱土上并未表现出相同的变化趋势。在 Fa 条件下,吉粳 88 的 S0、S1、S2 各处理全钾含量差异不明显;吉粳 511 的 S0 处理显著高于 S1 处理,与 S2 处理差异不显著。在 Fb 条件下,吉粳 88 的 S0、S1、S2 各处理全钾含量差异显著,S1、S2 处理分别比 S0 处理增加 5.0%和 9.9%;吉粳 511 的 S0 与 S1 之间、S1 与 S2 之间差异不显著,但 S2 处理显著高于 S0 处理,全钾含量增加 5.7%。

2.3.2 速效钾含量

从图 6 可以看出,无论施肥与否,盐碱化均会导致土壤速效钾含量下降。吉粳 88 在 Fa 条件下,S1、S2 土壤速效钾含量分别比 S0 降低 16.9%和 20.8%;在 Fb 条件下,S1、S2 土壤速效钾含量分别比 S0 降低 16.6%和 23.2%;吉粳 511 在 Fa 条件下,S1、S2 土壤速效钾含量分别比 S0 降低 4.2%和 3.7%;在 Fb 条件下,S1、S2 土壤速效钾含



养元素中,氮、磷、钾是作物需要量较多的养分,在农田养分供应和作物养分需求的研究中,与这三大营养元素有关的报道非常多^[9-12]。

在旱田作物土壤上研究表明,土壤养分与盐碱成分之间具有一定的相关性,吉林省西部盐碱区各级土壤的养分含量普遍不高,盐碱化程度越重的土壤,其全氮含量较低,但其速效养分如速效氮、速效钾的含量相对较高^[13]。本研究在水稻上的试验表明,不论施肥与否,土壤盐碱化均导致土壤全氮、速效氮、全磷、速效磷、速效钾含量下降;全

钾含量变化略有不同,未施肥情况下,盐碱土壤全钾含量降低,施肥后,反而升高。整体来看,在某些养分的变化上,与旱田作物土壤略有差异。

林治安等^[14]研究表明,增施化肥可以迅速提高土壤速效养分含量,并在一定水平上保持相对稳定。本试验表明,化肥施入后,不仅速效养分含量发生变化,且氮、磷、钾总量也有变化,各处理全氮、全磷、速效磷含量相应增加,速效氮含量却相应下降,全钾、速效钾含量的变化受土壤类型和作物品种的影响较大。

水稻氮、磷、钾施入土壤后,养分的去向包括被作物吸收利用、被水淋失、成气态挥发及土壤中残留等。在本试验条件下,两个品种收获后土壤残留养分尤其是速效钾含量存在明显差异,这与不同水稻品种的养分需求不同^[15]有关。

综上,土壤盐碱化及化肥施用对盐碱土壤中氮、磷、钾养分都有不同程度的影响。在实际生产中,应根据不同品种、土壤盐碱化程度、土壤基础肥力等进行科学配方施肥,降低生产成本,提高肥料吸收利用率。

参考文献:

- [1] 赵国臣,崔金虎. 吉林盐碱地水稻栽培技术[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2002.
- [2] 杨 福,梁正伟. 关于吉林省西部盐碱地水稻发展的战略思

考[J]. 北方水稻,2007(6):7-12.

- [3] 张先富. 苏打盐碱土对氮转化影响实验研究[D]. 吉林大学,2011.
- [4] 金继运. 我国肥料资源利用中存在的问题及对策建议[J]. 中国农技推广,2005(11):4-6.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] 李秋艳,何志斌,赵文智,等. 不同生境条件下泡泡刺(*Nitraria sp. Haerocarpa*)种群的空间格局及动态分析[J]. 中国沙漠,2004,24(4):484-488.
- [7] 唐莉娜,陈顺辉,林祖斌,等. 福建烟区土壤主要养分特征及施肥对策[J]. 烟草科技,2008(1):56-60.
- [8] 梁颂捷,朱其清,林 毅,等. 福建烟区土壤养分丰缺状况及施肥对策[J]. 烟草科技,2002(4):31-38.
- [9] 王世济,林国平,刘小平,等. 安徽省主要烟区土壤养分状况及平衡施肥[J]. 烟草科技,2001(1):40-43.
- [10] 张锡洲. 四川盆地丘陵区农田养分平衡与土壤养分研究[D]. 四川农业大学,2001.
- [11] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京:中国农业出版社,1998.
- [12] 鲁如坤,刘鸿翔,闻大中,等. 我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究[J]. 土壤通报,1996,27(4):145-154,1996,27(5):193-196.
- [13] 苑芷茜. 吉林省西部土壤盐碱特征和养分状况分析[D]. 东北师范大学,2010.
- [14] 林治安,赵秉强,袁 亮,等. 长期定位施肥对土壤养分与作物产量的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(8):2809-2819.
- [15] 李云春. 几种不同类型水稻养分吸收特性及施肥效果研究[D]. 华中农业大学,2011.

(上接第13页)

参考文献:

- [1] 胡春红,李俐俐,李淑梅,等. 模拟土壤防腐剂污染对小麦萌发及幼苗生长的影响[J]. 河南师范大学学报(自然科学版),2013,41(2):127-130.
- [2] 刘 文,张春海,张子峰,等. 防腐剂山梨酸钾对蚕豆根尖细胞的遗传毒性[J]. 江苏大学学报(医学版),2004,14(6):489-493.
- [3] 胡春红,刘 坤,王红星,等. 外源水杨酸缓解复合防腐剂对小麦幼苗生长的胁迫效应研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2013,3(47):393-396.
- [4] 刘金香. 苯甲酸钠对植物萌发的影响初探[J]. 生物学杂志,2001,18(8):28-35.
- [5] 吕育新. 蔬菜品种对发酵蔬菜质量及纯乳酸菌发酵过程的影响[J]. 中国调味品,2009,34(2):59-61.
- [6] 熊 涛,徐立荣,范 镭,等. 蔬菜发酵专用乳酸菌的选育[J]. 食

品科学,2008,29(6):264-267.

- [7] 刘 萍,李明军. 植物生理学试验技术[M]. 北京:科学出版社,2007:39-41,123-124,147-149,151-153.
- [8] 曲元刚,赵可夫. NaCl 和 Na₂CO₃ 对玉米生长和生理胁迫效应的比较研究[J]. 作物学报,2004,4(8):334-341.
- [9] 安 琼,王利敏. 不同钾浓度对玉米幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(5):115-119.
- [10] Parida A K, Das A B. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2005, 60(3): 324-349.
- [11] Sairam R K, Srivastava G C. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long-term salt stress[J]. Plant Science, 2002, 162(6): 897-904.
- [12] 声元芳. 钠、钾和钙离子对小麦幼苗叶片质膜透性和组织活力的效应[J]. 东北林业大学学报,2000,28(5):140-143.