

The Study of Application Effect of Salt-Tolerance & Soil-Improvement Fertilizers on Cotton of Saline-Alkali Land

Liang Dong^{1,2}, Shenzhong Tian^{1,2}, Zeqiang Sun^{1,3}, Xuejun Wang^{1,3}, Zhaohui Liu^{2*}, Ruiqin Li^{1,2}, Ye Tian^{1,3}, Xinhao Gao³, Haitao Lin^{1,3}, Jiafa Luo²

¹Institute of Agricultural Resources and Environment, Shandong Academy of Agricultural Science, Jinan Shandong

²Key Laboratory of Agro-Environment in Huang-Huai-Hai Plain, Ministry of Agriculture, Jinan Shandong

³Shandong Provincial Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Jinan Shandong

Email: dl_xm@163.com, *liuzhaohui@saas.ac.cn

Received: Jul. 2nd, 2018; accepted: Jul. 19th, 2018; published: Jul. 26th, 2018

Abstract

The application effect of salt-tolerance & soil-improvement fertilizers on cotton of saline-alkali land was studied by field experiment. The result showed that three treatments of salt-tolerance & soil-improvement fertilizers were better than farmer's traditional available fertilizer treatment, (salt-tolerance & soil-improvement fertilizer 1#) better than (salt-tolerance & soil-improvement fertilizer 2#) better than (salt-tolerance & soil-improvement fertilizer 3#). Thereinto, salt-tolerance & soil-improvement fertilizer 1# was the best. Cotton yield treated by it was 4066.5 kg/hm², and increased by 32.6% compared with the cotton yield treated by traditional available fertilizer treatment. Nitrogen utilization treated by fertilizer 1# increased by 16.47%, soil pH decreased by 0.08 unit and soil salt content decreased by 9.32%.

Keywords

Salt-Tolerance & Soil-Improvement Fertilizer, Saline-Alkali Land, Cotton

抗盐改土肥在盐碱地棉花上的应用效果研究

董亮^{1,2}, 田慎重^{1,2}, 孙泽强^{1,3}, 王学君^{1,3}, 刘兆辉^{2*}, 李瑞琴^{1,2}, 田叶^{1,3}, 高新昊³, 林海涛^{1,3}, 罗加法²

¹山东省农业科学院农业资源与环境研究所, 山东 济南

²农业部黄淮海平原农业环境重点实验室, 山东 济南

³山东省植物营养与肥料重点实验室, 山东 济南

Email: dl_xm@163.com, *liuzhaohui@saas.ac.cn

*通讯作者。

收稿日期：2018年7月2日；录用日期：2018年7月19日；发布日期：2018年7月26日

摘要

通过田间试验,研究了抗盐改土肥在盐碱地棉花上的应用效果。结果表明,与农民习惯的速效肥处理相比,三个抗盐改土缓释肥处理均表现出优势,综合效果,则(抗盐改土缓释肥1#)优于(抗盐改土缓释肥2#)优于(抗盐改土缓释肥3#)。以抗盐改土缓释肥1#效果最好,较速效肥料增产32.6%,产量达到4066.5 kg/hm²。氮素利用率提高16.47个百分点,达到49.13%;土壤pH降低0.08个单位,土壤水溶性盐含量降低9.32%。

关键词

抗盐改土肥, 盐碱地, 棉花

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

盐碱地是地球陆地上分布广泛的一种土壤类型,约占陆地总面积的25%,仅在我国,盐碱地面积就有3300多万公顷。山东是我国盐碱地面积较大的省份之一,有滨海盐碱地和内陆盐碱地两大类型,其滨海盐碱地主要分布在黄河三角洲地区,优于独特的土壤环境,是我国发展棉花生产的重要基地[1][2]。但土壤含有过多盐分、养分缺乏且不均衡均能影响棉花的养分吸收和生长发育,不利于其产量和品质的形成,因此科学施肥是盐碱地棉花增产增收、盐碱地土壤改良及高效利用的重要途径[3]。

东营市河口区位于黄河三角洲的滨海滩涂盐碱地上,坐落在渤海湾西南海岸,处于黄河入海口,区内大部分土壤盐渍化严重,土壤平均含盐量为3 g/kg~7 g/kg左右,表土盐皮、盐霜的含盐量高达11 g/kg以上,pH值8.5左右,不利于作物生长[4]。在目前耕地面积逐年减少、盐碱地成为重要后备耕地资源的情况下,科学利用这片宝贵的土地对我国粮食安全及农业生产非常重要。

本研究通过田间试验,验证了自行研制的抗盐改土肥在东营市河口区棉花上的增产效果及其改土效应,为棉花专用型抗盐改土肥的田间施用技术及滨海盐渍土改良利用提供依据。

2. 试验材料

2.1. 供试肥料

抗盐改土肥料,本项目自行研制,由两类产品组成,一类是复合型常规造粒工艺制备的抗盐改土肥料,它是由缓释吸盐材料与氮、磷、钾肥混合均匀后经转鼓造粒而成;另一类是单质型二次包裹工艺制备的抗盐改土肥料,它是由缓释吸盐材料与大颗粒尿素经转鼓二次包裹工艺制备而成。两类抗盐改土肥料的基本性质经测定后见表1。根据棉花的需肥规律和配方施肥,将复合型常规造粒工艺制备的抗盐改土肥料配以一定的氮肥和钾肥制备出了总养分为21%(10-4-7)的棉花专用型抗盐改土肥;将单质型二次包裹工艺制备的抗盐改土肥配以一定的磷肥、钾肥制备出了总养分为42%(20-8-14)的棉花专用型抗盐改土肥。

Table 1. Basic physical and chemical properties of salt-tolerance & soil-improvement fertilizers**表 1.** 抗盐改土肥料基本性质

抗盐改土肥料类型 Fertilizer type	总氮%	总磷%	总钾%
	(total nitrogen)	(total phosphorus)	(total kalium)
复合型常规造粒工艺 (compound granulation)	5	5	5
单质型二次包裹工艺 (elemental secondary package)	38	0	0

2.2. 供试土壤

试验地位于东营市河口区义和镇，地理坐标东经 118°18'49"~118°25'50"，北纬 37°47'39"~37°58'20"，属暖温带季风型大陆性气候，四季分明，雨热同期。春季干旱多风，夏季高温多雨，秋季天高气爽，冬季寒冷干燥。年平均气温 13.4℃，年平均无霜期约 230 天。年平均降水量 535.8 毫米，年均蒸发量 1979.1 毫米，全年平均湿度 62%。该地土壤为轻度滨海盐渍土，其基本理化性质为：有机质含量 0.81%，pH 值 8.30，碱解氮含量 50.65 mg/kg，速效磷含量 15.34 mg/kg，速效钾含量 86.00 mg/kg，水溶性盐分含量 1.58 g/kg。

2.3. 供试植物

棉花，品种为当地主栽品种 72-8。

3. 试验方法

3.1. 处理设计

本试验设置 5 个处理：

- 1) 处理 1：空白，不施任何肥料；
- 2) 处理 2：N0PK，不施氮肥(N-P₂O₅-K₂O, 0~6.0 kg~10.5 kg)，即每亩施重过磷酸钙 13.6 kg，硫酸钾 21.0 kg，在棉花花铃期追肥，总养分的基追比为 4:6；
- 3) 处理 3：速效肥，氮、磷、钾肥均施(N-P₂O₅-K₂O, 15.0 kg~6.0 kg~10.5 kg)，每亩施尿素 32.6 g、重过磷酸钙 13.6 kg，硫酸钾 21.0 kg，在棉花花铃期追肥，总养分的基追比为 4:6；
- 4) 处理 4：抗盐改土缓释肥 1#，氮、磷、钾肥均施(N-P₂O₅-K₂O, 15.0 kg~6.0 kg~10.5 kg)，每亩基施 60 kg (10-4-7)棉花专用型抗盐改土肥，在棉花花铃期再追施 45 kg (20-8-14)棉花专用型抗盐改土肥，即总养分的基追比为 4:6；
- 5) 处理 5：抗盐改土缓释肥 2#，氮、磷、钾肥均施(N-P₂O₅-K₂O, 15.0 kg~6.0 kg~10.5 kg)，每亩基施 30 kg (20-8-14)棉花专用型抗盐改土肥，在棉花花铃期再追施 45 kg (20-8-14)棉花专用型抗盐改土肥，即总养分的基追比为 4:6；
- 6) 处理 6：抗盐改土缓释肥 3#，氮、磷、钾肥均施(N-P₂O₅-K₂O, 15.0 kg~6.0 kg~10.5 kg)，每亩基施 60 kg (10-4-7)棉花专用型抗盐改土肥，在棉花花铃期再追施 90 kg (10-4-7)棉花专用型抗盐改土肥，即总养分的基追比为 4:6。

3.2. 试验方法

试验地点位于东营市河口区义和镇。采用田间试验方法，每个处理 3 次重复，试验小区按随机区组排列，小区面积为 50 m²。试验于 2013 年 4 月 18 日开始，施肥翻地后，5 月 2 日播种棉花并覆膜，株距为 30 cm，播幅内宽、窄行距配置为 80 cm-40 cm-80-40 cm，平均行距为 60 cm，理论亩株数 3700 株，8

月 5 日进行了追肥, 10 月 26 日进行了收获测产, 每小区用土钻取 0~20 cm 土样三个点, 混合, 风干, 用于土壤盐分的测定, 同时每小区选取长势均匀的全株棉花用于养分测定。

4. 测定项目及方法

抗盐改土肥料氮、磷、钾含量测定(分别为蒸馏滴定法、EDTA 浸提 - 磷钼酸喹啉重量法、四苯硼酸钾重量法)

籽棉产量、植株含氮量($H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮, 凯氏定氮法)。

抗盐改土肥料氮素利用率。其中, 氮素利用率 = (施氮处理棉花植株吸氮量 - 氮空白对照棉花植株吸氮量) \div 施氮量 \times 100%。

测定土壤 pH (电位法), 土壤水溶性盐(电导法)。

以上指标测试方法均参照《土壤农业化学常规分析方法》[5]。

5. 数据统计方法

用 DPS 软件进行数据统计分析[6], 用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

6. 结果与分析

6.1. 不同抗盐改土肥对棉花产量的影响

籽棉产量是衡量抗盐改土肥抗盐效果最重要的指标。由表 2 可以看出, 与完全空白对照、氮空白对照、以及速效肥处理相比, 施用抗盐改土肥料后, 能显著提高棉花籽棉产量。与氮空白对照相比, 速效肥、抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#处理的棉花籽棉产量分别增加 42.2%、88.5%、87.1%、69.0%。与速效肥相比, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#处理的棉花籽棉产量分别增加 32.6%、31.6%、18.8%。统计分析显示, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#之间差异不显著, 但与抗盐改土缓释肥 3#差异显著($p < 0.05$)。在棉花籽棉产量效果方面, 抗盐改土缓释肥 1# > 抗盐改土缓释肥 2# > 抗盐改土缓释肥 3#。

6.2. 不同抗盐改土肥对氮素利用率的影响

由于氮素易损失, 因此氮素利用率是衡量抗盐改土肥缓释效果的重要指标之一, 一般情况下, 其氮素利用率越高, 缓释效果越好。由表 3 可以看出, 与速效肥处理相比, 施用抗盐改土肥料后, 均能显著增加棉花吸氮量和氮素利用率。与速效肥相比, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#处理, 棉花吸氮量分别增加了 23.0%、21.3%、13.8%; 氮素利用率分别提高 16.5、15.3、9.9 个百分点。无论是棉花植株氮吸收量还是氮素利用率, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#之间无显著性差异, 但前两者与抗盐改土缓释肥 3#处理存在显著性差异($p < 0.05$)。在氮素利用率方面, 抗盐改土缓释肥 1# > 抗盐改土缓释肥 2# > 抗盐改土缓释肥 3#。

6.3. 不同抗盐改土肥对土壤性状的影响

土壤酸碱度和水溶性盐含量是衡量抗盐改土肥改土效果的重要指标。由表 4 可以看出, 与速效肥处理相比, 施用抗盐改土肥料后, 均能显著降低土壤 pH 和水溶性盐含量。与速效肥相比, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#处理, 土壤 pH 分别降低了 0.08、0.05、0.11 个 pH 单位, 土壤水溶性盐含量分别降低了 9.32%、8.07%、6.21%, 使供试土壤由中度盐渍土改善为轻度盐渍土。土壤 pH, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 3#之间无显著性差异, 但前两者与抗盐改土缓释肥 2#处理存在显著性差异($p < 0.05$), 抗盐改土缓释肥 2# > 抗盐改土缓释肥 1# > 抗盐改土缓释肥 3#。土壤水溶性

盐含量, 抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#之间无显著性差异, 但前两者与抗盐改土缓释肥 3#处理存在显著性差异($p < 0.05$), 抗盐改土缓释肥 3# > 抗盐改土缓释肥 2# > 抗盐改土缓释肥 1#。从土壤 pH 和土壤水溶性盐含量的两个指标综合考虑, 抗盐改土缓释肥 1#最优, 具有较低的 pH 和最低的水溶性盐含量。

Table 2. Effect of the different fertilizers on seed cotton yield

表 2. 不同施肥处理对棉花籽棉产量的影响

序号 number	处理 treatment	籽棉产量(kg/hm ²) Seed cotton yield
T1	空白 ck	1233.0 ± 78.0 e
T2	N0PK	2157.0 ± 184.5 d
T3	速效肥 traditional available fertilizer	3067.5 ± 142.5 c
T4	抗盐改土缓释肥 1# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer1#	4066.5 ± 204.0 a
T5	抗盐改土缓释肥 2# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer2#	4035.0 ± 166.5 a
T6	抗盐改土缓释肥 3# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer3#	3645.0 ± 174.0 b

注: 表中不同字母代表 5%水平的显著性差异, 下同。

Table 3. Effect of different fertilizers on nitrogen content of plant absorption and nitrogen utilization

表 3. 不同施肥处理对棉花吸氮量及氮素利用率的影响

序号 number	处理 treatment	植株吸氮量(kg/hm ²) nitrogen absorption	氮素利用率(%) nitrogen utilization
T2	N0PK	88.4 ± 3.2 d	—
T3	速效肥 traditional available fertilizer	161.7 ± 7.8 d	32.6 ± 1.5 c
T4	抗盐改土缓释肥 1# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer1#	198.9 ± 2.6 a	49.1 ± 2.0 a
T5	抗盐改土缓释肥 2# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer2#	196.2 ± 15.3 a	47.9 ± 4.5 a
T6	抗盐改土缓释肥 3# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer3#	184.1 ± 6.8 b	42.5 ± 3.9 b

Table 4. Effect of different fertilizers on (0 - 20 cm) soil pH and salt content

表 4. 不同施肥处理对表层(0~20 cm)土壤 pH 和水溶性盐含量的影响

序号 number	处理 treatment	pH	水溶性盐含量(g/kg) Water soluble salt content
T2	N0PK	8.16 ± 0.22 a	1.53 ± 0.05 b
T3	速效肥 traditional available fertilizer	8.14 ± 0.37 a	1.61 ± 0.15 a
T4	抗盐改土缓释肥 1# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer1#	8.06 ± 0.09 c	1.46 ± 0.35 c
T5	抗盐改土缓释肥 2# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer2#	8.09 ± 0.25 b	1.48 ± 0.24 c
T6	抗盐改土缓释肥 3# salt-tolerance & soil-improvement fertilizer3#	8.03 ± 0.36 c	1.51 ± 0.17 b

7. 讨论及结论

盐渍土中盐分离子主要包括 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} ，适当调节肥料氮磷钾配比进行合理施肥，能增加作物对养分的吸收和降低对盐分离子的吸收，从而维持较高的叶面积、叶绿素含量和净光合速率，减轻了盐害，促进了作物增产[7][8]。在本研究中，无论是棉花籽粒产量、还是棉花植株吸氮量、氮素利用率，抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#均显著高于常规速效肥料，表现出了明显的优势，与前人结果一致。

在盐碱地改良利用中，腐植酸是一种重要的改良原料。腐植酸具有一定的生物活性，如能提高农作物耐盐碱等逆境能力，但由于水溶性腐植酸含量低，生物活性低，在农业生产上也受到一定限制。盐碱地区养分利用率低，为提高养分利用效率，在包裹材料中添加丙烯酸树脂，能提高养分的缓释性能，提高其利用率。另外盐渍土区土壤有效锌、有效铁、有效锰缺乏，极大限制了肥料肥效的发挥和农作物的生长以及耐盐碱能力的提高。因此，利用丙烯酸树脂一次包膜后，再利用活化的在腐植酸等材料二次包裹并引入微量元素，进一步提升了抗盐改土肥的抗盐改土效果。研究发现，在土壤 pH、土壤水溶性盐含量，抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#、抗盐改土缓释肥 3#处理的土壤指标均显著低于常规速效肥料。

因此，综上所述，在本研究条件下，抗盐改土缓释肥 1#、抗盐改土缓释肥 2#均表现出优良的效果，其中抗盐改土缓释肥 1#表现更好一些，较速效肥料增产 32.6%，亩产达到 271.1 公斤；氮素利用率提高 16.5 个百分点，达到 49.1%；土壤 pH 降低 0.08 个单位；土壤水溶性盐含量降低 9.32%。抗盐改土缓释肥 3#与其它两个抗盐改土缓释肥处理相比表现差的原因可能是因为其追肥所用的 10-4-7 配比的肥料不适合作物追肥时对养分的需求，具体原因还有待于进一步试验研究。

基金项目

山东省重点研发计划(产业关键技术)项目课题“盐碱地快速改良水肥碳调控技术研究”(2016CYJS05A01-2)、山东省重点研发计划(公益性科技攻关类)“麦玉两熟农田的秸秆承载力及化肥减施技术与示范”(2018GNC111001)、海外泰山学者建设工程专项经费。

参考文献

- [1] 李文炳. 山东棉花[M]. 上海: 上海科技出版社, 2001: 407-435.
- [2] 关元秀, 刘高焕, 刘庆生, 等. 黄河三角洲盐碱地遥感调查研究[J]. 遥感学报, 2001, 5(1): 46-52.
- [3] 辛承松, 董合忠, 罗振, 等. 黄河三角洲盐渍土棉花施用氮、磷、钾肥的效应研究[J]. 作物学报, 2010, 3(10): 1698-1706.
- [4] 王德超, 姜军祥. 东营市河口区盐渍土的改良治理方法及效果分析[J]. 山东国土资源, 2005, 21(5): 36-38.
- [5] 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: 302-305.
- [6] 唐启义, 冯光明. DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 104-107.
- [7] 邢雪荣, 韩兴国, 陈灵芝. 植物养分利用效率研究综述[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 785-790.
- [8] 曾建敏, 崔克辉, 黄见良, 等. 水稻生理生化特性对氮肥的反应及与氮利用效率的关系[J]. 作物学报, 2007, 33(7): 1168-1176.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org