

复合肥与腐殖酸配施对盐碱地改良及棉花生长的影响

陈佳¹,姜增明¹,费云鹏²,王敏欣²

(1. 中化化肥有限公司 烟台作物营养与植物保护研究中心, 山东 烟台 265500; 2. 中化化肥有限公司, 北京 100031)

摘要:为提高肥料利用率,提高盐碱地的棉花产量,研究了复合肥与腐殖酸配合施用对盐碱地改良及棉花生长的影响。结果表明:于等量无机养分水平下,施用腐殖酸能有效的缓解土壤全盐量的增加,降低土壤酸碱度,增加土壤有机质含量。与对照和单独施用复合肥相比,普通复合肥配合腐殖酸施用后,棉花产量分别增产 17.7%和 5.8%。相比单独施用普通复合肥,与腐殖酸配合施用后,土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量分别增长 5.7%、33.1%、24.4%。

关键词:盐碱地;腐殖酸;棉花;改良;产量

中图分类号:S562 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2015)10-0054-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.10.0054

环渤海地区是我国重要的农产品生产基地和经济快速发展区域,然而受淡水资源匮乏和土壤瘠薄盐碱等因素制约,环渤海 4 省(市)拥有 266.67 万 hm^2 中低产田和 66.67 万 hm^2 盐碱荒地,是该区域农业发展的重要后备耕地资源^[1]。盐碱地中过多的盐分离子以及偏碱性的土壤环境引起氮素肥料的挥发损失,导致棉花营养障碍^[2-3],进而影响棉花生长发育和产量。因此盐碱地棉花施肥,不能仅考虑棉花养分的需求,同时还需考虑盐碱地的改良及土壤肥力的提高。

腐殖酸是一种有机高分子活性物质,在多领域均有较广泛的应用。近年来研究证明,腐殖酸

具有改良土壤、促进土壤团粒结构形成、提高土壤保水保肥性能和供肥性能、减少铝离子和盐分浓度过高的毒害、提高养分有效性,提高根系吸肥能力,刺激作物生长等作用。本试验研究了普通复合肥与腐殖酸配合施用对盐碱地的改良效果及对棉花生长、产量的影响,旨在为环渤海地区盐碱地改良,提高肥料利用率,提升棉花产量等方面提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2014 年 4-10 月在山东滨州市滨城区南孙村进行,试验面积 667 m^2 。供试土壤属于中度盐碱地。土壤基本性状为:pH7.97,有机质 0.58%,碱解氮 42.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 7.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 129.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全盐量 2.96 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。腐殖酸选用腐植酸钾。

收稿日期:2015-03-05

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAD05B04)

第一作者简介:陈佳(1984-),女,湖南省沅江市人,硕士,农艺师,从事养分资源管理研究。E-mail:chenjia2@sinochem.com。

Abstract: Taking two silicon fertilizers (SF) of Korean diffusive "Silica Tabs" and Chinese soluble silicon fertilizer were used to research on effects of silicon application rate and stage on rice yield, quality and lodging resistance in cold region. The random block experiment in rice field was conducted with different application rate and stage of silicon fertilizers. The results showed that application of silicon fertilizers increased rice yield significantly, and its optimal amount varied for different varieties. Less application rate of SF resulted in worse yield, while overuse of SF caused loss of yield and low fertilizer efficiency. Therefore, optimal application rate of SF contributed to increasing panicle numbers, kernels per panicle, setting percentage, grain weight per plant, decreasing amylose content and protein content as well as shortening internode length and increasing stem diameter. Thus, the optimal application for rice in cold region should be carried out between the highest tillering stage to ear differentiation, especially six kilograms per hectare of "Silica Tabs" silicon fertilizer was optimum.

Keywords: rice; silicon fertilizer; application rate; application stage; yield; quality

(该文作者还有郭雪冬,单位同第一作者;邓亮,单位同第五作者)

1.2 方法

1.2.1 试验设计 采用单因素随机区组试验设计,试验处理为 CK(不施肥);T1(普通复合肥);T2(腐殖酸类肥料);T3(腐殖酸类肥料+普通复合肥)。每处理设置 3 次重复。各小区面积 36 m²。根据当地施肥习惯调研,确定本次试验施肥量,施纯 N 165 kg·hm⁻²、P₂O₅ 150 kg·hm⁻²、K₂O 90 kg·hm⁻²,其中磷肥和钾肥全部作为基肥施用,氮肥 40%用于基施,30%于初花期追施,30%于盛花期追施。腐殖酸钾施用量为 600 kg·hm⁻²。供试棉花品种为国审棉花 7886,播种量为 22.5 kg·hm⁻²。

1.2.2 测定项目及方法 收获期间,每个小区随机收取吐絮铃第 1 次 40 个,第 2 次 30 个,第 3 次 30 个,每小区共计 100 个自然取出籽棉,用尼龙网袋(小号)装好,带回室内,晾晒干后称重量,计算平均单铃重。每小区取 3 个样点,每个样点随机选 1 行,每行连续 5 株共计 15 株,分别调查成铃、幼铃、絮铃,计算成铃数。每小区中间行,每隔 5 株取 1 株,共计 5 株,测量株高(子叶节到主茎顶)、SPAD。收获后每小区按梅花五点取样法,取 0~25 cm 耕作层混合土样 1 kg。实验室测定土壤理化指标。

pH 用水浸提电位法测定;土壤水溶性全盐量用烘干法测定;土壤有机质采用重铬酸钾-外加热测定;土壤碱解氮用碱解扩散法测定;土壤速效磷采用 NaHCO₃ 浸提、钼锑抗比色法测定;土壤速效钾采用醋酸铵-火焰光度计法测定^[4-5]。

1.2.3 数据处理与分析 用 Excel 2013、SPSS17.0 等软件对数据进行处理,数据间采用 LSD 法进行多重比较。相关计算公式:

单铃重 (g·铃⁻¹) = 100 个絮铃籽棉干重(g)/100

皮棉产量(kg·hm⁻²)=收获密度(株·hm⁻²)×平均单株成铃数(个·株⁻¹)×单铃重(g·铃⁻¹)/1000×校正系数(90%)×衣分(%)

2 结果与分析

2.1 复合肥与腐殖酸配施对土壤化学性状的影响

由于当地浇灌所用的水为微咸水,与播种前相比,各处理土壤 pH 都有所增加,且均差异显著。单独施用腐殖酸的处理(T2)土壤酸碱度最高,其次为 CK 处理,2 个处理差异显著($P=0.035<0.05$)。单独施用普通复合肥的处理(T1)和普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)土壤 pH 分别比 CK 处理低 0.04 和 0.02,3 个处

理间差异不显著。普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)比单独施用腐殖酸的处理(T2)土壤 pH 低 0.09,二者差异显著($P=0.029<0.05$)(见表 1)。

表 1 复合肥与腐殖酸配施对土壤化学性状的影响

Table 1 Effect of compound fertilizer and humic acid on the soil chemical properties		
处理 Treatments	pH	全盐含量/(g·kg ⁻¹) Total salt content
播种前	7.97±0.00 c	2.96±0.42 a
收获后	CK	8.14±0.02 b
	T1	8.10±0.02 b
	T2	8.21±0.02 a
	T3	8.12±0.02 b

数据为平均值±标准误。不同小写字母表示差异达 0.05 水平。下同。
Data are Mean ± Standard error. Different lowercass mean significant difference at 0.05 level. The same below.

各处理土壤全盐量均低于播种前,且与播种前差异显著。单独施用腐殖酸的处理(T2)比 CK 处理土壤全盐量略低。而单独施用普通复合肥的处理(T1)和普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)土壤全盐量比 CK 略高。收获后各处理间差异不显著(见表 1)。

2.2 复合肥与腐殖酸配施对土壤养分的影响

种植棉花作物后,由于土壤通气性增加、温度升高、微生物活动加剧、有机质分解加快,而有机质的归还量较少,所以土壤有机质含量下降^[6]。腐殖酸的施入能有效的补充土壤分解的有机质,减缓土壤有机质含量降低。单独施用腐殖酸的处理(T2)和普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)与 CK 相比,土壤中有机质的含量未表现出显著差异(见表 2)。

复合肥与腐殖酸配施(T3)后,土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量均高于其它处理,T3 处理的速效磷和速效钾含量与其它处理均表现出显著差异(见表 2)。

从表 2 中还可看出,由于腐殖酸中氮磷钾养分含量不足,单独施用腐殖酸的处理(T2)土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量均低于单独施用普通复合肥的处理(T1)。而普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)土壤中碱解氮、速效磷和速效钾含量与单独施用普通复合肥的处理(T1)相比均有增长,增长幅度分别为 5.7%、33.1%、24.4%,由此说明腐殖酸可明显增加土壤中养分含量。

表 2 复合肥与腐殖酸配施对土壤养分的影响
Table 2 Effect of humic acid and compound fertilizer on soil nutrients

处理 Treatments	有机质/% Organic matter	碱解氮/(mg·kg ⁻¹) Alkaline hydrolysis nitrogen	速效磷/(mg·kg ⁻¹) Available P	速效钾/(mg·kg ⁻¹) Available K
播种前	0.58±0.02 a	46.60±2.90 b	7.07±2.30 c	154.60±11.95 a
收获后	CK	0.31±0.021 b	60.90±4.29 b	101.86±3.73 c
	T1	0.35±0.02 b	75.73±4.27 ab	107.95±3.84 c
	T2	0.42±0.02 ab	68.47±3.85 ab	101.86±1.35 c
	T3	0.50±0.20 ab	80.07±5.05 a	134.32±4.88 b

2.3 复合肥与腐殖酸配施对棉花产量的影响

从表 3 看出,各施肥处理皮棉产量显著高于 CK 处理,各施肥处理间差异不显著。普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)皮棉产量最高,比 CK 处理增产 17.7%,表现出显著差异($P=0.039<0.05$);比单独施用腐殖酸的处理(T2)增长 13.6%;比单独施用普通复合肥的处理(T1)增产 5.8%。

普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)单株成铃数最多,其次为单独施用普通复合肥的处理(T1),2 处理间差异不显著,T3 与单独施用腐

殖酸的处理(T2)和 CK 相比差异显著。各处理间单铃重与衣分均未表现出显著差异。

2.4 复合肥与腐殖酸配施对棉花植物学性状的影响

由表 4 可知,T1 和 T3 施肥处理株高与 CK 处理均差异显著,普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)株高最高,与 CK 处理相比增高 9.35 cm,差异显著($P=0.037<0.05$)。与单独施用腐殖酸的处理(T2)和单独施用普通复合肥的处理(T1)相比差异不显著,分别增高 3.67 和 1.80 cm。

表 3 复合肥与腐殖酸配施对棉花产量的影响
Table 3 Effect of humic acid and compound fertilizer on the yield of cotton

处理 Treatments	试验面积皮棉产量/kg Yield of ginned cotton	试验面积收获密度/株 Harvesting density	单株成铃数/(个·株 ⁻¹) The mature boll number per plant	单铃重/(g·铃 ⁻¹) Single boll weight	衣分/% Lint percent
CK	126.8±3.7 b	4276	13.1±0.3 b	6.26±0.14 a	41.9±0.6 a
T1	141.1±5.3 a	4276	14.3±0.5 ab	6.14±0.17 a	41.9±0.5 a
T2	131.4±12.6 a	4276	13.2±0.4 b	6.07±0.35 a	42.3±0.9 a
T3	149.3±7.2 a	4276	15.4±1.0 a	6.10±0.12 a	41.5±0.1 a

表 4 复合肥与腐殖酸配施对棉花植物学性状的影响
Table 4 Effect of humic acid and compound fertilizer on botany properties of cotton

处理 Treatments	株高/cm Plant height	SPAD
CK	89.85±2.39 b	48.83±2.07 b
T1	97.40±2.05 a	53.23±0.89 b
T2	95.53±0.74 ab	49.84±2.40 b
T3	99.20±3.93 a	60.06±2.07 a

普通复合肥与腐殖酸配施的处理(T3)叶片 SPAD 最高,与其它处理相比均表现出显著差异。单独施用普通复合肥的处理(T1)和单独施用腐殖酸的处理(T2)叶片 SPAD 略高于 CK 处理,但

3 个处理间差异不显著。

3 结论与讨论

环渤海地区盐碱地使用的灌溉水为微咸水,微咸水淋洗后能降低土壤的全盐量^[7],但是由于施入的复合肥本身也含有大量不同的盐分离子,导致施入复合肥后土壤的全盐量增加。而腐殖酸吸附整合能力强,有较强的离子交换能力、盐分平衡能力^[8],单独施用能降低土壤盐分。复合肥与腐殖酸配合施用后,能有效的缓解土壤全盐量的增加。本试验选用的腐植酸为腐植酸钾,易溶于水,水溶液为碱性,虽然单独施用后使土壤酸碱度增加,但是配合复合肥施用后,能降低土壤酸碱度。同时,腐殖酸的施入能有效缓解由于耕作导致的土壤有机质含量下降。因此,在常规施用复合肥的基础上,配合施用腐殖酸,更能起到改良土

壤的作用。

在盐碱地,棉花产量的主要限制因素是土壤全盐量,通过多施肥达到增产是不现实的^[9]。降低土壤全盐量改良土壤并不断培肥地力,是提高盐碱地棉花产量的根本途径。大量研究表明,腐殖酸与复合肥配施能够提高作物的产量^[10-12]。本试验中,单独施用普通复合肥的棉花产量比单独施用腐殖酸高 7.4%,且单株成龄数和单龄重也高于单独施用腐殖酸,主要因为有机肥料养分释放缓慢,而无机肥效释放快,能够促进植株生长发育^[13]。普通复合肥配合腐殖酸施用,与对照相比产量显著增加,增产 17.7%;与单独施用复合肥相比增产 5.8%。这是因为腐殖酸除具有一定的肥效,还可提高化肥的利用率^[14]。本试验所用腐植酸钾对土壤中全量养分影响不明显,但是可以显著提高土壤中速效氮、磷、钾含量^[15]。普通复合肥与腐殖酸配施,相比单独施用普通复合肥,碱解氮、速效磷和速效钾含量分别增长 5.7%、33.1%、24.4%,说明腐殖酸与复合肥配施能使土壤养分增加,有利于中低产田养分利用率的提升。其中,速效磷的增加效果明显,表明腐植酸与速效磷结合后,抑制了土壤对磷的固定,使磷的有效性明显增加,这与中国农业大学的研究结果相一致^[16]。

综上所述,常规复合肥配合腐殖酸作为套餐施用,可以改善土壤环境,促进棉花生长,增强产量性状,最终实现高产。本试验未对施用套餐的养分利用率进行检测分析,后期还需进一步验证。

参考文献:

- [1] 李振声,欧阳竹,刘小京.建设“渤海粮仓”的科学依据——需求、潜力和途径[J].中国科学院院刊,2011,26(4):371-374.
- [2] 杨莉琳,李金海.我国盐渍化土壤的营养与施肥效应研究进展[J].中国生态农业学报,2001,9(2):79-81.
- [3] 苏海英,徐万里,蒋平安,等.盐渍化土壤上不同类型氮肥挥发损失特征研究[J].新疆农业科学,2008,45(2):236-241.
- [4] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [5] 鲍士旦.植物农化分析[M].北京:中国农业出版社,2007.
- [6] 张冈,周志宇,张彩萍,等.利用方式对盐渍化土壤中有机和盐分的影响[J].草业学报,2007,16(4):15-20.
- [7] 廉晓娟,李明悦,王艳,等.滨海盐渍土改良剂的筛选及应用效果研究[J].中国农学通报,2013,29(14):150-154.
- [8] 姜增明,费云鹏,陈佳,等.土壤调理剂在盐碱地改良中的作用[J].北方园艺,2014(20):174-177.
- [9] 辛承松,董合忠.滨海盐碱地棉花施肥的原理与技术[J].中国棉花,2012,39(2):6-11.
- [10] 李玉玲,高玉刚.腐殖酸肥料在盐碱地设施葡萄栽培中的应用效果[J].中国科技信息,2009(10):107-109.
- [11] 张继舟,袁磊,马献发.腐植酸对设施土壤的养分、盐分及番茄产量和品质的影响研究[J].腐植酸,2008(3):19-22.
- [12] 吕品,于志民,马献发.腐植酸物质对盐碱化中低产田土壤理化性质及玉米影响的研究[J].腐植酸,2005(6):19-22.
- [13] 黄鸿翔,李书田,李向林,等.我国有机肥的现状与发展前景分析[J].土壤肥料,2006(1):3-8.
- [14] 王永江,王怀相,刘国维.腐植酸肥在盐碱地上应用的试验总结[J].腐植酸,2000(3):34-35.
- [15] 孙焕顷,苏长青.腐植酸钾对皇冠梨土壤肥力的影响[J].北方园艺,2009(7):100-101.
- [16] 隋小慧,邹德乙.腐植酸对磷素增效作用及减少磷素对环境污染的影响[J].腐植酸,2009(4):41-42.

Effect of Application of Humic Acid and Inorganic Fertilizers on Modifying Saline-alkali Soil and the Growth of Cotton

CHEN Jia¹, JIANG Zeng-ming¹, FEI Yun-peng², WANG Min-xin²

(1. Research Center for Yantai Crop Nutrition and Plant Protection of Sinofert, Yantai, Shandong 265500; 2. Sinofert Limited Company, Beijing 100031)

Abstract: In order to improve the utilization of fertilizer and improve the output of cotton in saline-alkali land, the effect of humic acid and inorganic fertilizers on modifying saline-alkali soil and the growth of cotton were analyzed. The results indicated that under the equivalent level of inorganic nutrition, the application of humic acid and inorganic fertilizers distinctly inhibited the increasing of soil salinity, decreased soil pH value and increased the contents of organic matter. Compared to CK and application of inorganic fertilizers, the yield of cotton was increased by 17.7% and 5.8%. The contents of available nitrogen and phosphorus and potassium in soil were increased by 5.7%, 33.1% and 24.4% compared to applying inorganic fertilizers.

Keywords: saline-alkali soil; humic acid; cotton; modifying; yield