



煤炭腐植酸对土壤盐碱性及玉米灌浆期干物质积累的影响

顾鑫,任翠梅,杨丽,王丽娜,高国金,王兴柱,韩墨

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:为实现盐碱土条件下煤炭腐植酸在玉米上的合理利用,采用田间小区试验,分别设置空白对照(CK)、单施化肥(T1)、低量煤炭腐植酸(T2)、中量煤炭腐植酸(T3)、高量煤炭腐植酸(T4)、低化肥与低量腐植酸配施(T5)6个处理,比较分析了各处理对土壤盐碱性和玉米灌浆期干物质积累的影响。结果表明:煤炭腐植酸能够明显降低土壤 pH 和土壤 EC,且降低幅度均随着腐植酸施用量的增多而增加。与 CK 处理相比,T4 处理使土壤 pH 降低了 1.83,使土壤 EC 降低了 20%,T3、T5 处理次之,T1、T2 处理作用效果不明显。施用化肥、腐植酸、化肥与腐植酸配施均能提高玉米灌浆期干物质积累。相比之下,T3 和 T5 处理玉米整株和籽粒的干物质量二者相当,却均显著高于其它处理($P<0.05$)。

关键词:煤炭腐植酸;盐碱性;玉米;灌浆期;干物质积累

土壤是农业生产的物质基础,是农作物生长的重要场所。玉米为我国主要的粮食作物之一,高产高效生产是促进农民增收的重要举措。土壤自身具有的营养物质往往不能满足作物的生长需求,人们往往通过精耕细作、灌溉施肥等补充措施来提高地力,达到培肥改良土壤、获得高产的目的。大多数化肥易溶解,施用于土壤很容易被作物吸收利用,然而,相关研究指出不科学地施用化肥不仅导致肥料利用率低、增加农民的成本,而且还会破坏土壤、造成土壤污染^[1]。煤炭腐植酸是陆地上动、植物残骸经过微生物的分解转化,以及一系列化学过程而形成的带有多种官能团的高分子有机物^[2]。煤炭腐植酸藏于煤矿,在我国资源丰富,一般呈酸性,颜色较深,施用于土壤能够吸收日光以提高地温,营养丰富、生理活性高,有利于提高土壤肥力^[3]。李冉等^[4]对小白菜盆栽试验

表明腐植酸提高了土壤中有有效磷和速效钾的活性。郭凌等^[5]试验表明腐植酸能钝化土壤砷的活性,保证粮食安全。目前,关于煤炭腐植酸作为土壤调理剂的应用已见一些定性的报道^[6-7],而煤炭腐植酸对玉米干物质积累的影响方面研究仍有不足。为此,本文在前人研究基础之上,对比研究了化肥、低中高量煤炭腐植酸以及化肥与腐植酸配施对农田土壤盐碱性和玉米灌浆期各器官干物质积累的影响,以期探索玉米的高产高效栽培,同时实现煤炭腐植酸资源的合理利用,为土壤改良提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试煤炭腐植酸(Coal Humic Acids, HA)来源于黑龙江省萝北县新河口腐植酸褐煤露天矿;化肥为复合型专用肥(型号 N-P₂O₅-K₂O:28-12-10);作物为玉米(品种:先玉 335)。供试土壤和煤炭腐植酸的基本性质如表 1 所示。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

试验于 2017 年在黑龙江省农

收稿日期:2018-04-15

基金项目:大庆市指导性科技计划资助项目(zd-2017-81)。

第一作者简介:顾鑫(1988-),男,硕士,研究实习生,从事土壤改良与土壤生态研究。E-mail:guxin88@yeah.net。

Abstract: In order to determine the best adsorption effect of heavy metal adsorption materials in different texture soils, comparative analysis was conducted. The adsorption effect of heavy metal adsorption materials in different materials(acidic loam, alkaline loam, sandy loam) with different cadmium and nickel contamination was discussed. The results showed that the best addition of cadmium in acid loam, alkaline loam and sandy loam was 0.9% of soil quality, and the best addition of nickel was 1.2% of soil quality. The adsorption of cadmium and nickel in different soils was different, and the sand soil was significantly higher than the loam soil.

Keywords: addition; soil texture; adsorption effects

表 1 供试土壤和煤炭腐殖酸的基本性质

Table 1 Basic properties of the tested soils and coal humic acids

供试材料 Tested materials	容重/ (g·cm ⁻³)	孔隙度/%	饱和持水量/%	pH
	Bulk density	Porosity	Saturation moisture capacity	
土壤 Soil	1.28	35	37.5	8.74
HA	0.43	84	79.1	5.03

业科学院大庆分院试验基地进行,采用小区试验,共设 6 个处理:空白对照(CK)、单施化肥(T1)、低量腐植酸(T2)、中量腐植酸(T3)、高量腐植酸(T4)、低化肥+低量腐植酸配施(T5),具体设计如表 2 所示。于 5 月中旬播种玉米,播种前将煤炭腐殖酸和化肥均匀撒施于种植小区中,单行平行种植,种植行株距为 65 cm×25 cm,每个小区种植 5 垄,各处理进行一致田间常规管理。小区种植面积为 17.5 m²(5.0 m×3.5 m),各处理均 3 次重复。

表 2 试验不同处理设计

Table 2 Designs of different treatments

处理 Treatment	化肥水平/ (kg·m ⁻²) Fertilizer level	煤炭腐植酸水平/ (kg·m ⁻²) HA level
CK	0	0
T1	0.05	-
T2	-	2.5
T3	-	5.0
T4	-	10.0
T5	0.025	2.5

1.2.2 测定指标与方法 在灌浆期采集土壤并收集玉米植株。土壤 pH 采用 IS139 实验室 pH 计(1:2.5 土水比)测定,土壤电导率(Electrical conductivity,EC)采用 DDS-307 电导率仪(土:水=1:5)测定。玉米植株按照根、茎(含叶鞘和雄穗)、叶、苞叶、穗轴、籽粒进行分割,用清水将其各部分冲洗干净,置于 105 ℃ 恒温干燥箱中杀青 30 min,之后降至 75 ℃ 烘干至恒重测定干物质量。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2010 和 Origin-Pro 8.0 整理数据,利用 IBM SPSS Statistics 20.0 进行方差分析,运用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同煤炭腐植酸处理对土壤 pH 的影响

为了反映各处理土壤的酸碱性,测定了土壤 pH,结果如图 1 所示,CK 处理土壤 pH 最高,平均为 8.74,显著高于其它处理($P<0.05$);T4 处理土壤 pH 最低,平均为 6.91,显著低于其它处理($P<0.05$),与 CK 处理相比,降低了 1.83;T3 和 T5 处理之间土壤 pH 差异不显著($P<0.05$),分别为 8.06 和 7.91,但显著低于 CK、T1 和 T2 三个处理($P<0.05$),与 CK 处理相比,分别降低了 0.68 和 0.83;T1 和 T2 处理之间土壤 pH 差异不显著($P<0.05$),平均分别为 8.29 和 8.28,与 CK 处理相比,分别降低了 0.45 和 0.46。

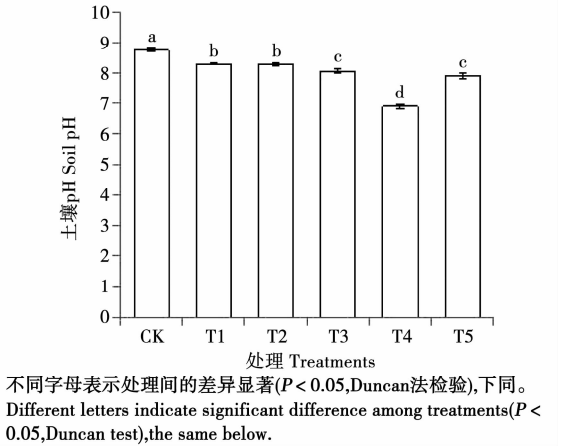


图 1 不同处理下土壤 pH

Fig. 1 Soil pH of different treatments

2.2 不同处理对土壤电导率的影响

为了描述各处理土壤的盐分状况,测定了土壤电导率(EC),结果如图 2 所示,T1 处理土壤 EC 最高,平均为 105.2 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$,但 CK 和 T2 处

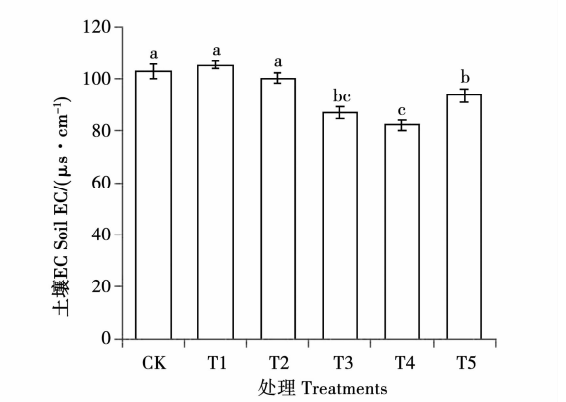


图 2 不同处理下土壤 EC

Fig. 2 Soil EC of different treatments

理之间差异不显著,但显著高于其它处理($P<0.05$);T4 处理土壤 EC 最低,平均为 $82.2\ \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$,与 T3 处理之间差异不显著,但显著低于 T5 处理($P<0.05$)。

2.3 不同处理对灌浆期玉米各器官干物质积累的影响

如表 3 所示,根的干物质积累,以 T5 处理最高,平均 $50\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,与 T3 处理差异不显著,二者显著高于其它处理($P<0.05$);T2 和 T4 处理之间根的干物质积累差异不显著,平均 $40\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ 左右,显著高于 CK 和 T1 处理($P<0.05$);CK 处理之间根的干物质积累差异不显著($P<0.05$),平均不足 $40\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ 。茎(含叶鞘和雄穗)的干物质积累,以 T4 处理最高,平均 $132\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,显著高于其它处理($P<0.05$);T3 处理茎(含叶鞘和雄穗)的干物质积累平均 $119\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,与 T1 处理差异不显著,却显著高于 CK、T2 和 T5 处理($P<0.05$);CK 和 T5 处理茎(含叶鞘和雄穗)的干物质积累

差异不显著,平均 $111\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ 左右,但显著高于 T2 处理($P<0.05$)。叶的干物质积累,以 T4 处理最高,平均 $70\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,与 T1、T5 处理差异不显著,却显著高于其它处理($P<0.05$);T3>T2>CK,且差异显著($P<0.05$)。苞叶的干物质积累,平均 $25\sim31\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,各处理之间略有差异。穗轴的干物质积累平均在 $23\sim30\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,各处理之间略有差异。籽粒的干物质积累,T1、T3 和 T5 处理之间差异不显著,平均 $95\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$ 左右,但显著高于其它处理($P<0.05$);T4>T2>CK,且差异显著($P<0.05$)。

就玉米整株干物质积累而言,以 T4 处理最高,平均 $390\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,与 T3 和 T5 处理差异不显著,显著高于其它处理($P<0.05$);T1 处理次之,平均 $367\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,显著高于 CK 和 T2($P<0.05$);CK 和 T2 分别为平均 316 和 $327\ \text{g}\cdot\text{株}^{-1}$,差异不显著($P<0.05$)。

表 3 不同处理下灌浆期玉米各器官的单株干物质积累 (g·株⁻¹)

Table 3 Dry matter accumulation of maize organs in the grouting period under different treatments							
处理 Treatments	根 Root	茎(含叶鞘和雄穗) Stem(contain leaf sheath and tassel)	叶 Leaf	苞叶 Bract	穗轴 Ear axis	籽粒 Grain	整株 Whole plant
CK	33±2 d	112±3 cd	43±2 d	25±1 b	28±1 a	74±2 d	316±7 c
T1	37±2 cd	117±1 bc	65±2 ab	27±1 ab	26±2 ab	96±0 a	367±2 b
T2	43±2 b	103±1 e	53±2 c	26±2 b	23±1 b	80±2 c	327±4 c
T3	49±2 a	119±3 b	63±1 b	28±1 ab	28±2 a	94±1 a	382±7 ab
T4	39±1 bc	132±2 a	70±1 a	31±2 a	30±1 a	88±1 b	390±1 a
T5	50±1 a	110±2 d	67±1 ab	30±1 ab	29±1 a	94±2 a	379±4 ab

3 结论与讨论

土壤酸碱性是土壤的重要化学性质之一,不仅与土壤微生物的活性存在密切关系,而且影响土壤养分的有效性,从而影响作物的生长发育^[8]。本试验地为碱性土,施用煤炭腐植酸以后使得当季土壤 pH 发生了不同程度的降低,这与前人的研究结果几乎一致,前人研究指出煤炭腐殖酸显酸性、质地轻、疏松多孔^[9],能够通过交换吸附、酸碱中和等作用使土壤 pH 下降^[10]。本研究表明,高量腐植酸(T4)对土壤 pH 降幅作用最大,降低幅度接近 21%;中量腐植酸(T3)和低化肥+低量腐植酸配施(T5)对土壤 pH 降幅作用几乎一致,降低幅度接近 8%;单施化肥(T1)和低量腐植酸(T2)对土壤 pH 降幅作用相当,降低幅度接近 5%。由此可见,煤炭腐植酸对碱性土 pH 的降低

效果十分明显。

土壤电导率 EC 值是表征土壤盐渍程度高低的最要指标^[11]。李杰等^[12]研究表明施入腐植酸钾能够降低保护地土壤 EC。罗煜等^[13]对比研究矿物腐植酸和生物腐植酸对土壤性质的影响,结果发现二者均对土壤 EC 有一定的降低效果。本研究表明,施用煤炭腐植酸整体上起到了降低土壤 EC 的作用,这与上述学者研究结果较为一致。其中,T4 处理使土壤 EC 降低了 20%,效果明显;T3 和 T5 处理降低土壤 EC 效果次之;T1 和 T2 处理对土壤 EC 的改变没有明显的效果。李海云等^[14]盆栽试验表明阴离子化肥明显使土壤 EC 增大,孙治强等^[15]温室栽培试验表明氮肥明显使土壤 EC 增大,而本研究田间小区试验的化肥处理对土壤 EC 的改变不显著。

灌浆期为玉米干物质积累的关键时期^[16],地力条件对玉米各器官干物质积累具有重要的影响。本研究表明施用化肥、煤炭腐植酸均能提高玉米整株和籽粒干物质质量,T1、T3和T5处理提高玉米籽粒干物质质量好于其它处理,而T3、T4和T5处理提高玉米整株干物质质量好于其它处理,可见,中量腐植酸(T3)和低化肥+低量腐植酸配施(T5)二者对玉米干物质积累效果最佳。化肥缺乏有机物质,营养成分单一,长期施用难以使土壤形成良好的团粒结构,易引起土壤板结、龟裂。与化肥相比,煤炭腐植酸含有较多的有机成分,营养成分丰富,微生物活性较高,容易使土壤形成蓬松的团粒结构,不易板结。本文通过对比试验研究发现,科学合理地利利用煤炭腐植酸能够较好地改善土壤性质,使作物达到一定的增产效果,然而,煤炭腐植酸改良土壤的作用机制以及效果是否长效还将有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李橙,赵阳,杨晶. 农业污染对土壤的危害及防治措施[J]. 中国环境管理,2014,6(3):22-25.
- [2] Nasir S,Sarfaraz T B,Verheyen T V,et al. Structural elucidation of humic acids extracted from Pakistani lignite using spectroscopic and thermal degradative techniques[J]. Fuel & Energy Abstracts,2011,92(5):983-991.
- [3] 罗培培,傅雪海. 我国褐煤共生资源分析及利用方向[J]. 煤炭科学技术,2012,40(12):118-121.
- [4] 李冉,封朝晖. 不同产地的腐植酸对小白菜养分利用的影响[J]. 中国土壤与肥料,2011(1):59-63.
- [5] 郭凌,卜玉山,张曼,等. 煤基腐植酸对外源胁迫下玉米生长及生理性状的影响[J]. 环境工程学报,2014,8(2):758-766.
- [6] 马斌,刘景辉,张兴隆. 褐煤腐植酸对旱作燕麦土壤微生物量碳、氮、磷含量及土壤酶活性的影响[J]. 作物杂志,2015(5):134-140.
- [7] 刘慧军,刘景辉,于健,等. 土壤改良剂对土壤紧实度及燕麦生长状况的影响[J]. 水土保持通报,2013,33(3):130-134.
- [8] 田稼,孙超,杨明琰,等. 黄土高原不同树龄苹果园土壤微生物、养分及pH的相关性[J]. 西北农业学报,2012,21(7):138-141.
- [9] 李艳红,庄锐,张政,等. 褐煤腐植酸的结构、组成及性质的研究进展[J]. 化工进展,2015,34(8):3147-3157.
- [10] 武丽萍,曾宪成. 煤炭腐植酸与土壤腐殖酸性能对比研究[J]. 腐植酸,2012(3):1-10.
- [11] 张顺,贾永刚,连胜利,等. 电导率法在土壤盐渍化中的改进和应用进展[J]. 土壤通报,2014,45(3):754-759.
- [12] 李杰,姬景红,李玉影,等. 不同改良措施对保护地土壤盐分积累及离子组成的影响[J]. 北方园艺,2012(7):159-164.
- [13] 罗煜,李晓亮,张姗姗,等. 不同腐植酸特性比较及其对土壤与作物的影响[J]. 中国农业科技导报,2015,17(2):118-125.
- [14] 李海云,王秀峰,魏珉,等. 不同阴离子化肥对黄瓜生长及土壤EC、pH的影响[J]. 山东农业科学,2002(2):16-18.
- [15] 孙治强,张楠,赵卫星,等. 氮肥施用量对生菜产量、硝酸盐积累及土壤EC值、pH值的影响[J]. 江西农业学报,2007,19(4):44-45.
- [16] 尹斌,高聚林,王志刚,等. 高产春玉米灌浆期碳氮积累、转运及叶片衰老特性对深松深度的响应[J]. 玉米科学,2014(2):98-103.

Effects of Coal Humic Acid on Soil Salinity and Maize Dry Matter Accumulation During Grouting Period

GU Xin,REN Cui-mei,YANG Li,WANG Li-na,GAO Guo-jin,WANG Xing-zhu,HAN Mo

(Daqing Branches of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences,Daqing 163316,China)

Abstract: In order to achieve reasonable utilization of coal humic acid in maize production under saline-alkaline soil conditions,a field plot test was carried out by setting six treatments,including blank control (CK),chemical fertilizer for single application (T1),low amount of coal humic acid (T2),medium amount of coal humic acid (T3),high amount of coal humic acid (T4),and low fertilizers and low level of humic acid (T5). The effects of each treatment on soil salinity and maize dry matter accumulation during grouting period were compared and analyzed in the paper. The results showed that coal humic acid could decrease obviously soil pH and soil EC,and the decrease rate increased with the increase of humic acid application. Compared with CK treatment,T4 treatment reduced the soil pH by 1.83,reduced the soil EC by 20%,followed by T3 and T5,no significant effects in T1 and T2. Application of chemical fertilizer,humic acid and their group can improve maize dry matter accumulation during grouting period. By contrast,dry matter weight of whole plant and grain in T3 and T5 were almost unanimous,but were significantly higher than other treatments ($P < 0.05$).

Keywords: coal humic acid; salinity; maize; grouting period; dry matter accumulation