

王桂君,许振文,田晓露,等. 生物炭对盐碱化土壤理化性质及小麦幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):390-393.

生物炭对盐碱化土壤理化性质及小麦幼苗生长的影响

王桂君^{1,2}, 许振文², 田晓露², 高继平³, 李 韩²

(1. 东北师范大学生命科学学院, 吉林长春 1300241; 2. 长春师范大学城市与环境科学学院, 吉林长春 130032;

3. 辽宁省生物炭工程技术研究中心, 辽宁沈阳 110161)

摘要: 配制不同盐碱化程度的土壤,通过盆栽试验探讨生物炭对土壤理化性质以及小麦幼苗生长的影响。结果表明:施加生物炭对盐碱化土壤的 pH 值以及速效氮、速效磷、有效钾等养分含量影响显著。生物炭能够促进重度盐碱化的土样中小麦种子的萌发和幼苗生长,但对轻度盐碱化的土样改良效果不明显。

关键词: 生物炭;盐碱土;土壤养分;小麦;幼苗生长

中图分类号: S512.101;S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0390-04

盐碱土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%,我国盐碱土总面积有 346.7 万 hm^2 以上。盐碱土也称盐渍土,包括盐土和碱土 2 种^[1]。盐碱化的土壤容易引起作物的生理干旱,当土壤中可溶性盐质量分数过高时,会造成作物吸水困难,即使土壤中水分充足,植物也会出现生理干旱,严重时会使因生理脱水而萎蔫死亡^[2]。土壤中碱性盐过多,会导致土壤发生强碱性反应,易使磷酸盐、铁、锰、锌等植物营养元素形成难溶性化合物,不利于植物吸收。此外,土壤中代换性钠离子的存在,使土粒高度分散,导致土壤湿黏干硬、透水通气不良、耕性变坏。如何利用大面积的盐碱土发展可持续农业,是国际上和农业科学技术迫切需要解决的重大课题^[3-4]。

生物炭是近几年国际上出现的新名词,是生物物质在无氧环境条件下缓慢高温分解得到的富含碳的有机物质^[5-8]。生物炭对土壤的改良作用来自其巨大的氧化表面积以及多孔结构;经生物炭改良的土壤比未加生物炭改良的土壤阳离子交

换容量(CEC)高^[9]。因此,生物炭可以作为肥料缓释载体,延缓肥料养分的释放,降低土壤养分的淋失,提高肥料和养分的利用率以及促进养分(如主要的阳离子、磷、总氮)的保持^[10-11]。由于具有独特的表面特征,生物炭对不同形态的营养元素都有很强的吸附作用,可以促进有机质的吸收^[12]。生物炭大多呈碱性或者具有较大的石灰当量值,可以通过提高土壤碱基饱和和降低可交换铝水平,从而提高酸性土壤的 pH 值^[13-14]。同时,生物炭可以为土壤微生物提供附着位点和栖息环境,影响和调控微生物的生长发育和代谢,进而改善土壤肥力。有关生物炭能提高土壤肥力和作物产量的报道已有很多,但由于生物炭大多呈碱性,因此它在盐碱化土壤改良中的作用还鲜见报道。本研究利用盆栽试验,在盐碱化土壤中施加 4 种不同比例的生物炭,测定其对盐碱土壤理化性质以及小麦幼苗生长的影响,旨在探究生物炭对盐碱土的改良效果,为盐碱土改良利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

受试植物为小麦烟农 19 号,属半冬偏冬性多穗型中晚熟品种。试验土壤选取盐碱土和黑土进行配比,盐碱土采自吉林省西部草原重度盐碱化的碱斑表层土壤,黑土选取长春师范大学小树林中树下表层黑土。生物炭来自沈阳农业大学生物炭工程技术研究中心,选取的是秸秆生物炭。

1.2 盐碱化土壤的配制

配制不同盐碱化程度的土壤样品,盐碱土、黑土配制比例

及小肠黏膜形态的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):208-210.

[3] 廖海艳,裴 军. 成熟期对夏播青贮玉米秸秆化学成分及发酵特性的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):213-215.

[4] 徐淑芬. 浅谈玉米芯的综合利用[J]. 科技情报开发与经济,2011,21(17):174-175.

[5] 李荣刚. 玉米芯的综合利用[J]. 农业科技通讯,1997(5):37.

[6] 曹 毅. 用生物技术提高玉米皮渣饲用价值[J]. 中国饲料,1998(14):22-24.

[7] 孙付保,陈晓旭,陈晓萍,等. 混合菌株固态发酵玉米皮生产饲料蛋白[J]. 食品与生物技术学报,2010,29(6):916-920.

收稿日期:2013-07-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:31200419);国家公益性行业(农业)科研专项(编号:201303095);吉林省教育厅“十一五”科学技术研究项目(编号:2010-146);长春师范学院自然科学基金(编号:长师院自科[2010]第 035);长春师范大学大学生创新创业项目。

作者简介:王桂君(1979—),女,吉林白山人,博士研究生,讲师,主要从事环境生态学及土壤修复相关研究。Tel:(0431)86168533;E-mail:joycewgj@gmail.com。

孙付保等利用混合微生物(康宁木霉和热带假丝酵母菌)固态发酵玉米皮渣生产饲料蛋白,同时,发酵产生的水解酶类也可以作为一种外源性消化酶,帮助动物利用饲料中原本无法利用或利用率极低的纤维质成分,促进营养物质的消化吸收,消除饲料中的抗营养因子,提高饲料转化率^[7]。

参考文献:

[1] 史海涛,杨军香,田雨佳,等. 玉米秸秆营养价值的开发利用[J]. 中国奶牛,2012(17):3-4.

[2] 潘孝青,杨 杰,邵 乐,等. 玉米秸秆对獭兔血清生化指标

为 10:0、6:4、4:6、2:8、0:10 (重量比,下同),每个比例的土壤样品设置 BC_0 、 BC_1 、 BC_2 、 BC_3 等 4 个生物炭施加比例,分别为 0、15%、30%、45%;共 20 个处理,每个处理重复 3 次。选取直径 15 cm 的塑料花盆,每盆中放入等重量不同配比的试验土样,播 30 粒饱满、灭菌、催芽的小麦种子,并在表层覆土,每盆添加等量的蒸馏水至土壤饱和,放置在温室中进行培养。

1.3 测定项目

播后 1 d,每隔 24 h 观察出苗数(以胚根突破覆土 2 mm 为标准),播后 4 d 观察出苗势,播后 7 d 统计出苗率:出苗率 = 7 d 内出苗种子数/种子总数 $\times 100\%$ 。

用 PHB-100 式电子酸度计测量试验土样的 pH 值;用 CON1000 台式电导率仪测量试验土样的电导率。土壤速效氮含量采用碱扩散法测定,速效磷含量采用钼锑抗比色法测定,速效钾含量采用火焰光度法测定。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 分析软件处理。

2 结果与分析

2.1 生物炭对盐碱土理化性质的影响

2.1.1 pH 值 从图 1 可以看出,不同配比土样的 pH 值差异明显,随着黑土所占比例增加,土样的 pH 值逐渐减小,pH 值大小依次为 $pH_{10:0}$ 值 $> pH_{6:4}$ 值 $> pH_{4:6}$ 值 $> pH_{2:8}$ 值 $> pH_{0:10}$ 值。生物炭施加比例对土壤 pH 值影响明显。总体而言,生物炭施加比例越高,土样 pH 值越大,同种配比土样的 pH 值由高到低依次为 $BC_3 > BC_2 > BC_1 > BC_0$ 。这也与生物炭呈碱性的结论相符。

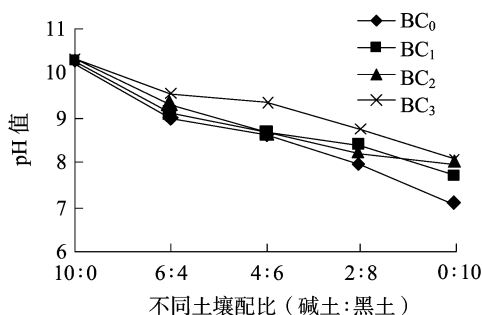


图1 不同处理土样的 pH 值

2.1.2 电导率 土壤电导率是土壤水溶性盐测定的一个指标,而土壤水溶性盐是判定土壤中盐类离子是否会限制作物生长的指标。从图 2 可以看出,土样的电导率随着黑土施加比例增加而明显降低,表明土壤盐碱化水平逐渐降低。生物炭施加比例对土壤电导率影响显著,生物炭比例越大,电导率降低幅度越大。例如,10:0 配比土壤的电导率由不施加炭的 4.631 mS/cm 降低到施加 45% 生物炭的 3.100 mS/cm,降低幅度达到 33%。总体而言,同一配比土样的电导率的大小依次为 $BC_0 > BC_2 > BC_1 > BC_3$ 。

2.1.3 土壤养分 土壤养分是衡量土壤肥力的一个重要指标。由图 3 可以看出,参试土壤速效氮含量变化较大。总体上,随着黑土所占比例增加,土样速效氮含量也相应增加。添加生物炭后,土样速效氮含量下降。10:0、6:4、4:6 等 3 个配比的土样施加生物炭后,速效氮含量下降幅度较小;2:8、

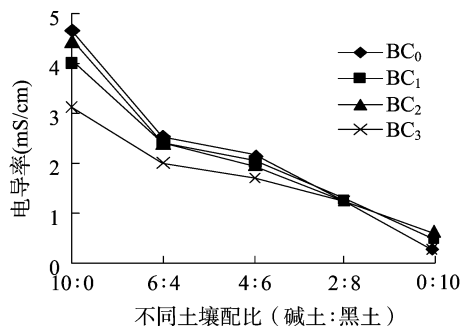


图2 不同处理土样的电导率

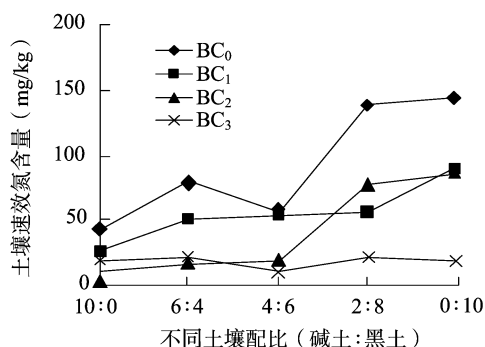


图3 不同处理土样速效氮含量

0:10 配比的土样施加生物炭后,速效氮含量下降幅度较大,可能是因为生物炭具有吸附性,能够吸收土壤中的硝酸根等离子,使土壤溶液中速效氮含量降低。速效磷和有效钾的含量变化与速效氮不同。总体上看,速效磷和有效钾的含量随着黑土比例增大而增加;同时,添加生物炭后速效磷和有效钾的含量也增加;同一配比土样的速效磷和有效钾的含量变化趋势类似,为 $BC_3 > BC_2 > BC_1 > BC_0$ (图 4、图 5)。

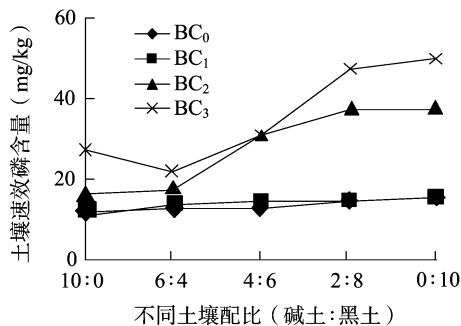


图4 不同处理土样速效磷含量

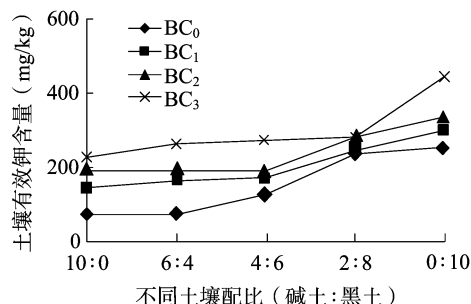


图5 不同处理土样有效钾含量

2.2 生物炭对小麦种子萌发及幼苗生长的影响

2.2.1 生物炭对小麦种子出苗的影响 由图 6 可以看出,随着黑土所占比例增加,小麦出苗率逐渐增大;同一配比土样的小麦出苗率随着生物炭浓度的变化而变化。总体上看,6:4、4:6、2:8 配比土样的出苗率随着生物炭的增加略有下降。值得注意的是,10:0 配比的土样(重度盐碱化)中 BC₀ 组的出苗率为 0,BC₁、BC₂ 组的出苗率仅为 2.22%,而 BC₃ 组的出苗率为 48.9%。总体来说,在正常土壤中,生物炭对小麦的出苗率没有显著影响,而在轻度盐碱化条件下(2:8)施加生物炭反而会抑制小麦种子出苗,在中、重度盐碱化条件下,高浓度的生物炭对小麦出苗也有一定的抑制作用,只有在重度盐碱化土壤中,生物炭的施加(BC₃)对小麦出苗率有显著的促进作用。

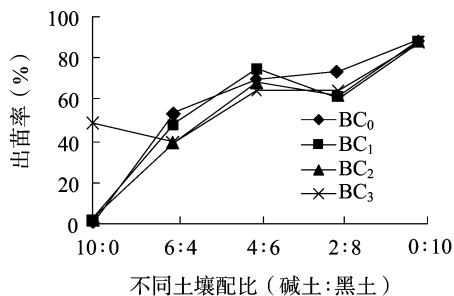


图6 不同土样处理中小麦的出苗率

2.2.2 生物炭对小麦植株生长的影响 从图 7、图 8 可以看出,总体上,随着生物炭含量增加,同一配比土样小麦幼苗的单株鲜重和单株干重也相应增加;黑土所占比例越大,小麦幼苗的生物量就越高。从图 7、图 8、图 9、图 10 可以看出,随着小麦的生长,生物炭开始抑制小麦生长,播后 21 d 同一配比土样小麦的单株鲜重、单株干重不再呈现明显的随着生物炭比例的增加而增加的趋势。10:0、6:4、4:6、2:8 这 4 种配比土样的小麦单株鲜重、单株干重仍随着生物炭含量增加而增加;当土增配比为 0:10 时,小麦单株鲜重、单株干重总体上降低。在 5 种土壤配比中,2:8 的配比土样的小麦单株鲜重、单株干重总体上较其他土壤配比高。

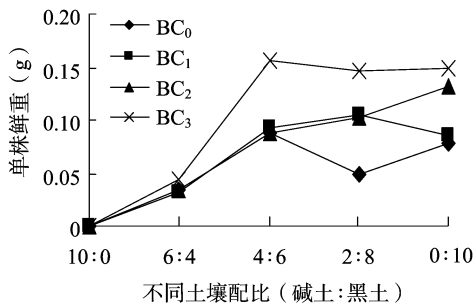


图7 播后 9 d 小麦幼苗单株鲜重

从图 11、图 12、图 13 可以看出,总体上,在幼苗初期,随着生物炭含量增加,小麦植株变高;同时,小麦的植株还随着黑土比例的增加(盐碱化程度的减弱)而变高。播后 15 d 时,从株高上看,2:8 配比土样的小麦长势最好,同时在这一时期,生物炭对株高的促生效应较前期开始减弱。播后 21 d,10:0、6:4、4:6 配比土样的小麦株高仍随着生物炭含量和黑土比例的增加而增加;而 2:8、0:10 配比土样不加生物炭

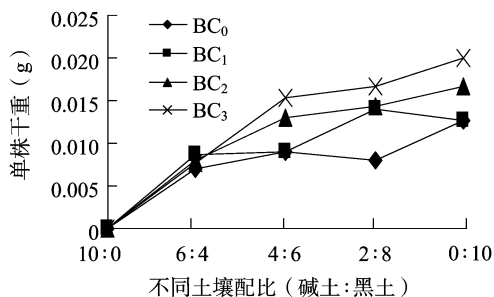


图8 播后 9 d 小麦幼苗单株干重

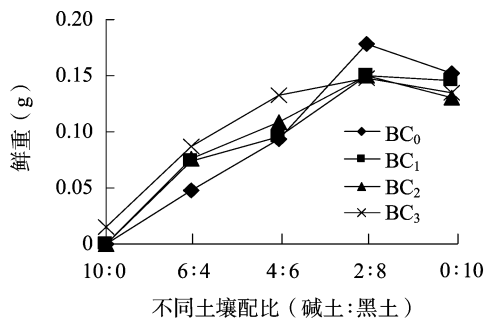


图9 播后 21 d 小麦幼苗单株鲜重

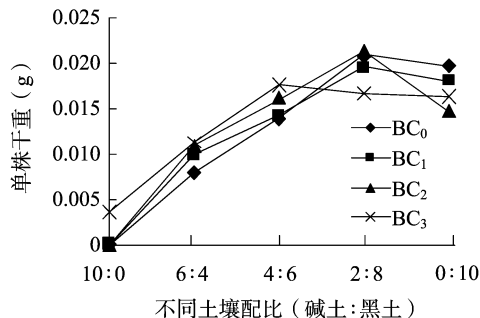


图10 播后 21 d 小麦幼苗单株干重

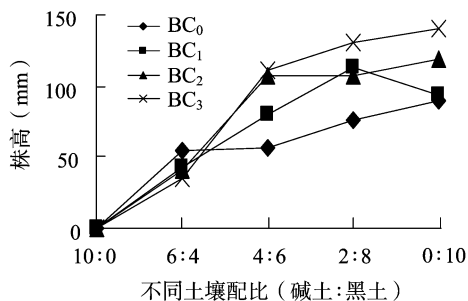


图11 播后 9 d 小麦幼苗株高

处理的小麦株高比添加生物炭的高。

3 结论与讨论

本试验发现不同配比土样的 pH 值不同,随着黑土比例增加,土样的 pH 值逐渐降低,土壤盐碱化程度变弱。土样施加生物炭后 pH 值增大;对于同一配比的土样,生物炭的比例越大,pH 值越高。电导率的变化趋势与土样 pH 值的略有不同,对于同一比例生物炭处理的试验土样,黑土的重量越大,土样的电导率越小。施加生物炭明显降低了土壤的电导率,

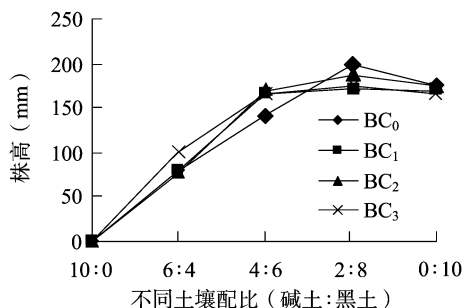


图12 播后 15 d 小麦株高

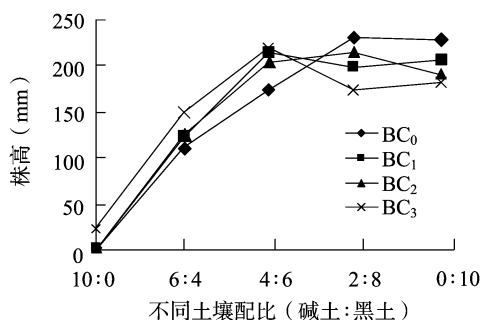


图13 播后 21 d 小麦幼苗株高

且施加比例越大,降低越明显。生物炭的施加增加了土壤中速效磷和有效钾的含量,但降低了土壤中速效氮的含量,因为生物炭本身含有一定量的矿质元素,可能会增加土样的矿质元素含量。生物炭由于具有强吸附性,可以吸附土壤溶液中的部分硝酸盐,而引起土壤氮含量的降低。

本试验在 10:0、4:6、6:4 配比的土样(中、重度盐碱化土样)中施加生物炭,促进了小麦种子的萌发、出苗以及幼苗的生长。在生长初期,生物炭比例越高,促进作用越明显。对于 2:8、0:10 配比的土样(轻度盐碱化土样),生物炭的改良效果不明显。在小麦幼苗生长初期,小麦幼苗的生物量和株高随着生物炭含量增加而增大;而在幼苗生长后期,中度、重度盐碱化土壤中趋势基本不变,而轻度或非盐碱化土壤中小麦的生物量和株高随着生物炭含量增加而减小。在所有配比的土样中,2:8 配比土样小麦的长势最好。值得注意的是,在 10:0 配比的土样中加 45% 生物炭,土壤的电导率会从未加生物炭的 4.631 mS/cm 降为 3.1 mS/cm,小麦的出苗率达到 48.9%,而不施加生物炭和施加较少比例生物炭的处理出苗率为 0 或 2.22%,但是幼苗生物量仍比较低,其原因有待进一步分析。

综上所述,在本试验浓度设置范围内,生物炭含量越高,对中重度盐碱化土壤的改良效果越明显;对于轻度盐碱化土样,施加生物炭对小麦的出苗以及幼苗的生长没有明显促进作用,反而在幼苗生长后期产生抑制作用。由此可见,对于中重度盐碱化土样,生物炭的改良效果明显,特别是重度盐碱化

土壤,施加一定比例生物炭可以有效增加小麦的出苗以及促进幼苗生长。

由于本试验利用的是盆栽试验,其条件与自然的田间环境有所不同,因此本试验结果还有待在自然条件下的田间进一步检验;同时生物炭特殊的多孔结构以及复杂的成分组成,使其施加到土壤后的影响和效应产生许多可能,关于生物炭的性质及其施用对土壤的改良效果有待于进一步的探索。

参考文献:

- [1] 盛连喜, 马逊风, 王志平. 松嫩平原盐碱化土地的修复与调控研究[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2002, 34(1): 30-35.
- [2] 孙 彤, 杜震宇, 张瑞珍, 等. 松嫩平原盐碱土盐碱胁迫对水稻分蘖及产量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(6): 597-600, 605.
- [3] 杨松杰, 张富春, 刘世贵. 盐渍化土壤改良利用新方法[J]. 世界林业研究, 2006, 19(1): 14-19.
- [4] 姚荣江, 杨劲松, 刘广明. 东北地区盐碱土特征及其农业生物治理[J]. 土壤, 2006, 38(3): 256-262.
- [5] Chen F S, Chen G S, Zeng D H, et al. Effects of peat and weathered coal on the growth of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seedlings on aeolian sandy soil[J]. Journal of forest Research, 2002, 13(4): 251-254.
- [6] 何绪生, 张树清, 余 雕, 等. 生物炭对土壤肥料的作用及未来研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(15): 16-25.
- [7] 谢祖彬, 刘 琦, 许燕萍, 等. 生物炭研究进展及其研究方向[J]. 土壤, 2011, 43(6): 857-861.
- [8] 张文玲, 李桂花, 高卫东. 生物炭对土壤性状和作物产量的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(17): 153-157.
- [9] Liang B, Lehmann J, Solomon D, et al. Black carbon increases cation exchange capacity in soils[J]. Soil Sci Am J, 2006, 70(5): 1719-1730.
- [10] Lehmann J, da Silva J P, Steiner C, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments[J]. Plant Soil, 2003, 249: 343-357.
- [11] Magrini - Bair K A, Czernik S, Pilath H M, et al. Biomass derived, carbon sequestering, designed fertilizers[J]. Annals of Environmental Science, 2009(3): 217-225.
- [12] Shrestha G, Traina S J, Swanston C W. Black carbon's properties and role in the environment: a comprehensive review[J]. Sustainability, 2010, 2(1): 294-320.
- [13] 李荣林, 黄继超, 黄欣卫, 等. 生物炭对茶园土壤酸性和土壤元素有效性的调节作用[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 345-347.
- [14] Masulili A, Utomo W H, Syechfani M S. Rice husk biochar for rice based cropping system in acid soil: 1. The characteristics of rice husk biochar and its Influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia[J]. Journal of Agricultural Science, 2010, 2(1): 39-47.