

王桂君,许振文,路倩倩. 生物炭对沙化土壤理化性质及作物幼苗的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(11):246-248.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.065

生物炭对沙化土壤理化性质及作物幼苗的影响

王桂君^{1,2}, 许振文¹, 路倩倩¹

(1. 长春师范大学城市与环境科学学院, 吉林长春 130032; 2. 东北师范大学生命科学学院, 吉林长春 130024)

摘要:设置 9 个生物炭施加比例,通过盆栽试验测定生物炭对吉林省西部沙化土壤性质及 2 种作物幼苗生长的影响。结果表明,随着生物炭施加量的增加,土壤的电导率、pH 值、有机质含量及营养元素含量均有所增加,对沙土壤性状改良有一定效果。一定量的生物炭对作物幼苗生物量的积累以及组织含水量产生促进作用,但是生物炭施加比例过高时反而会对幼苗生长产生抑制。与播种前相比,作物收获后土壤中的速效营养成分含量有所下降,而播种前后对土壤有机质含量的影响效应不明显。

关键词:生物炭;沙化土壤;理化性质;生长指标

中图分类号: S156.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0246-03

土地沙化是人类面临的世界性环境问题,制约了当地经济、农业以及生态环境的可持续发展,土壤中如果施加相应的改良剂,可能会减少表土由于风蚀和水分蒸发引起的土壤破坏和侵蚀^[1]。南美亚马逊盆地“黑土”(Terra preta)至今仍为全球最肥沃的土壤之一,这种土壤是南美洲土著人用木炭等作为改良剂对当地高风化淋溶土壤改良的结果。改良过程最初是通过生物炭与生物废弃物(粪便和骨头等食余)混合的产物,经微生物转化,形成类似生物炭-有机肥的基质^[2-3]。有研究者认为,“复制”这种黑土的改良技术可以作为提高农业产量和土壤修复的一个新途径^[2]。生物炭是由生物质材料高温裂解的含黑炭的产物^[4],施加到土壤中可以增加土壤的水分保持与供应能力,从而增加沙化和酸性土壤的持水量^[5-6]。生物炭的比表面积是沙土的上千倍,这表明生物炭

可以作为土壤改良剂施加到沙化土壤中,提高保水保肥能力。有研究表明,在干旱胁迫下,施加生物炭后可以通过增加作物水分吸收而提高作物产量^[1,7],一定比例的秸秆生物炭可以提高不同土壤(特别是沙化土壤)的持水量。同时,生物炭可以改善土壤理化性质,提高土壤团聚体稳定性,降低土壤强度以及容重等^[8-11]。本研究通过设置不同生物炭施加比例进行盆栽试验,探讨生物炭作为改良剂施加到沙化土壤中,对其性质以及作物幼苗生长的影响,为沙化土壤的合理利用提供理论和实践基础。

1 材料与方法

供试土壤取自吉林省西部大安地区,此区域为风沙土;供试作物种子为绿豆和谷子;所用生物炭从沈阳农业大学生物炭研究所获得。将风干后的土壤、生物炭分别过 1 mm 筛备用。设置 9 个生物炭施加比例,分别为 0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%,以不加生物炭的处理为对照,土壤与生物炭混合均匀,每个处理重复 3 次。每盆放置同等质量的混合土,浇等量的蒸馏水,挑选籽粒饱满的种子,用 75% 的乙醇表面消毒洗净,催芽后播种,每盆(直径 15 cm)均匀播种 10 粒种子,每个处理重复 3 次。植物生长 3 周后收获,测

收稿日期:2015-11-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:31200419);吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(编号:2015-366);长春师范大学科研创新团队项目(编号:T2013-3);国家级大学生创新创业训练计划(编号:201510205036)。

作者简介:王桂君(1979—),女,吉林白山人,硕士,副教授,主要从事环境生态学及土壤修复相关研究。E-mail:melan2002@163.com。

杂菌率为 8.7%。此配方染菌率低、菌数较高,有待进行重复试验得出结论,为大生产提供可靠依据。

在固体发酵过程中,抑菌剂的加入,得到了较理想的效果,亚硫酸钠效果较好,菌数达到 250×10^8 个/g,是对照菌数的 1.92 倍,杂菌率为 12.0%,比对照低 8.8 百分点。但还需补充抑菌剂对杂菌的抑菌试验,从而验证抑菌剂的抗杂菌效果。

放线菌在固体发酵中用于控制染菌方面未能获得良好效果,是否因为共生菌的筛选方法不适合,有待于进一步深入探讨。在以后的研究中,可探讨低温菌在固态发酵中的抗杂菌作用的可行性。

参考文献:

[1] 陈洪章,徐建. 现代固态发酵原理及应用[M]. 北京:化学工

业出版社,2004:141-155.

[2] 万素英,李琳,王慧君. 食品防腐与食品防腐剂[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998:38-120.

[3] 高凤菊,陈惠,吴琦. 产纤维素酶芽孢杆菌 C-36 的分离筛选及其鉴定[J]. 四川农业大学学报,2006,24(2):175-177.

[4] 李晶,杨谦,赵丽华,等. 生防枯草芽孢杆菌 1329 菌株抗菌物质的初步研究[J]. 中国生物工程杂志,2008,28(2):59-65.

[5] 李永刚,宋兴舜,赵雪莹,等. 生防枯草芽孢杆菌 L1 特性的初步研究[J]. 植物保护,2008,34(1):57-61.

[6] 刘焕利,潘小玫,张学君,等. 产抗菌蛋白芽孢杆菌的筛选及抗菌蛋白性质[J]. 中国生物防治,1995,11(4):160-164.

[7] 郝华昆,贾洁,韩俊华,等. 产抗菌蛋白芽孢杆菌 R21-4 的鉴定及其抗菌谱研究[J]. 食品与发酵工业,2006,32(10):54-58.

其鲜质量、干质量、组织含水量及叶片叶绿素含量等指标。同时为了分析作物播种前后土壤理化性质的变化,分别于播种前及收获后取土壤样品,风干后测定各营养成分含量。

幼苗生物量用称量法测定;土壤电导率用 CON 1000 台式电导仪测定;土壤有机质用重铬酸钾法测定;pH 值用 PH-3C 酸度计测定;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;叶绿素含量用 SPAD-502 叶绿素仪测定。

组织含水量 = $(FW - DW) / FW \times 100\%$ 。

式中:FW(fresh weight, 简称 FW)表示幼苗鲜质量;DW(dry weight, 简称 DW)表示幼苗干质量。

采用 Excel 和 SigmaPlot 10.0 软件进行数据分析和作图。

2 结果与分析

2.1 生物炭的施加对吉林西部沙化土壤理化性质的影响

2.1.1 生物炭对沙化土壤 pH 值和电导率的影响 由于所选用土壤为吉林省西部沙化碱性土壤,本身偏碱性,pH 值和电导率本底值均较高。由图 1、图 2 可知,随着生物炭施加量的增加,pH 值呈波动上升趋势,而土壤电导率呈现随生物炭含量增加而逐渐增加的趋势。当生物炭含量超过 30% 后,电导率和 pH 值上升趋势更明显。这可能是由于生物炭自身含有生物质燃烧留下的无机盐类离子,因此添加到土壤中会提

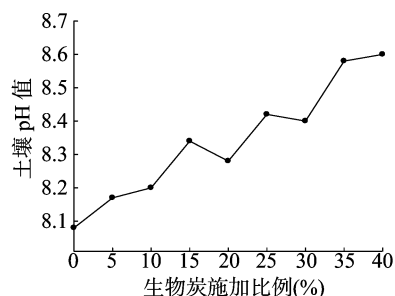


图1 不同生物炭施加比例对土壤 pH 值的影响

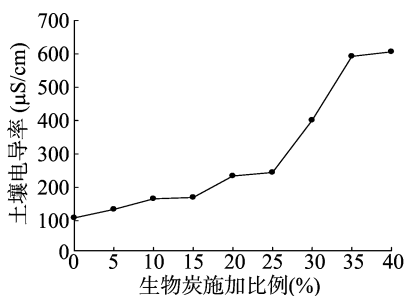


图2 不同生物炭施加比例对土壤电导率的影响

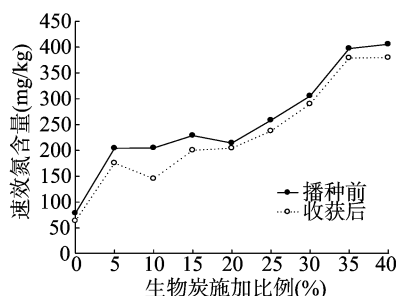


图3 不同生物炭施加比例对播种前后土壤速效氮含量的影响

2.1.3 生物炭对沙化土壤有机质含量的影响 由图 6 可以看出,随着生物炭施加量的增加,土壤有机质含量总体呈增长趋势。然而,随着生物炭施加量的增加,绿豆对土壤中有机的吸收量未呈现明显增加趋势,可能是由于生物炭的主要成分是碳,因此随着生物炭含量的增加,所测得的土壤样品中有

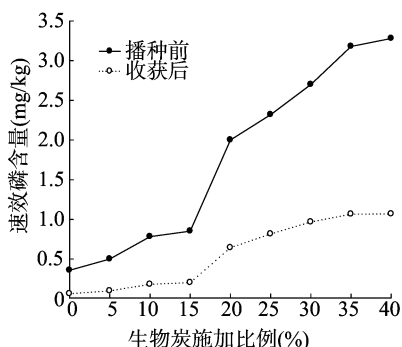


图4 不同生物炭施加比例对播种前后土壤速效磷含量的影响

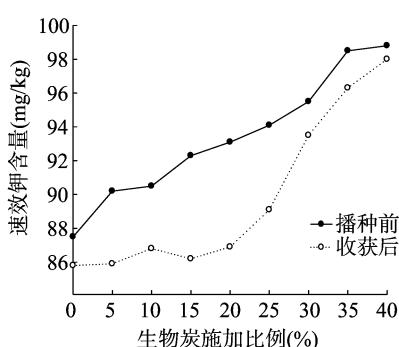


图5 不同生物炭施加比例对播种前后土壤速效钾含量的影响

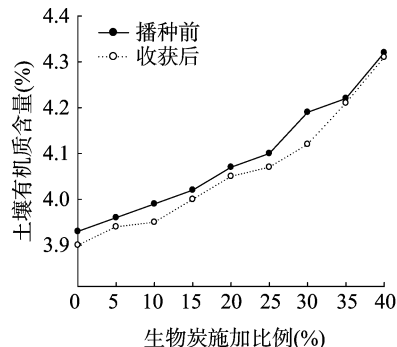


图6 不同生物炭施加比例对土壤有机质含量的影响

2.2 生物炭的施加对作物幼苗生长的影响

2.2.1 生物炭对作物幼苗生物量及组织含水量的影响 由

高土壤电导率。而且生物炭本身呈碱性,从而使土壤 pH 值也随之增加。当生物炭含量超过 35% 后,土壤 pH 值和电导率的增幅变缓。

2.1.2 生物炭对沙化土壤养分元素含量的影响 由图 3 可以看出,生物炭的施加明显促进了土壤氮含量的增加,除 10% 生物炭施加处理土壤速效氮含量有一定降低外,其他处理随着生物炭施加量的增加,土壤速效氮含量均呈上升趋势。从图 4、图 5 可以看出,随着生物炭施加量的增加,土壤速效磷含量和速效钾含量均增加。绿豆收获后各处理土壤中速效氮、速效磷以及速效钾的含量均比播种前有一定程度的下降。其中,土壤速效氮含量的降幅在 4.58% ~ 29.00% 之间,整体来看,随着生物炭施加量的增加,播种后生物炭的降幅降低,生物炭施加量为 10% 的处理降幅最明显,达到 29%。土壤速效磷含量的降幅最大,在 64.20% ~ 82.70% 之间,总体上也呈现随生物炭含量增加降幅增大的趋势。土壤速效钾含量的降幅在 0.80% ~ 6.70% 之间,降幅呈现先增后减的趋势,最高降幅出现在生物炭含量 10%、15% 的处理中,为 6.6%。从本试验结果看,绿豆收获后土壤速效磷含量比播种前有大幅度降低,可能由于作物的生长初期对速效磷的需求量较高,同时由于受试土壤速效磷含量很低,因此植物对磷的吸收率相对较高。

机炭的含量增高,进而明显影响到有机质的含量;而生物炭中的碳元素以多环芳烃稳定态的有机碳居多,稳定性强,很难直接被植物吸收利用,因此用化学方法测定的土壤有机质含量不能完全反映出生物炭施加后的土壤肥力水平。

图 7 可以看出,与不加生物炭的对照相比,施加生物炭对 2 种作物生物量的积累均有促进作用,总体上呈现先增加后降低

的趋势。其中,生物炭施加量为 15% ~ 30% 之间的处理作物幼苗的干质量较高,当生物炭施加量过高时,生物量反而有所下降。其中,以谷子幼苗生物量的降幅最明显。由此可见,一定量的生物炭会促进沙化土壤中植物生物量的积累,而含量过高,可能对植株生长起到抑制作用。

施加生物炭对作物幼苗组织含水量有明显影响(图 8)。生物炭施加量在 0 ~ 20% 之间,随着施加量的增加,作物幼苗组织含水量有所增加,而随着生物炭施加量继续增加,幼苗组织含水量又稍有所下降。这可能由于生物炭在含量较低的情况下,由于它的多孔性和吸附性,增加土壤特别是沙质土壤的

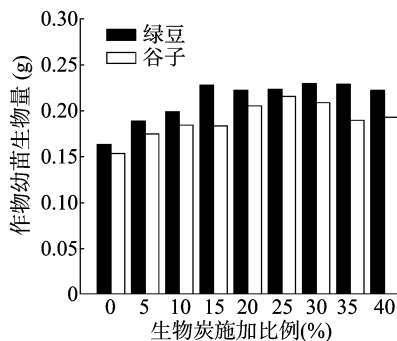


图7 不同生物炭施加比例对作物幼苗生物量的影响

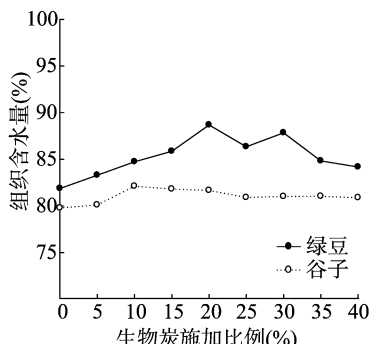


图8 不同生物炭施加比例对绿豆幼苗组织含水量的影响

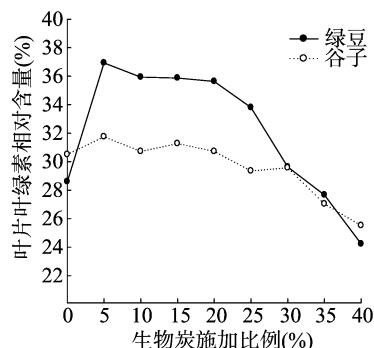


图9 不同生物炭施加比例对作物幼苗叶绿素含量的影响

3 结论与讨论

施加生物炭到沙化土壤中可以增加土壤的 pH 值和电导率,同时增加了土壤有机质和营养元素的含量。由于受试土壤偏碱性,施加过多的生物炭会使土壤的 pH 值过高,从而对植物生长产生抑制作用。从作物幼苗生长指标来看,并不是生物炭施加比例越高对作物生长越有利,当施加生物炭控制在中等浓度时对植物生长的促进最明显,当浓度过高时生物炭对受试的 2 种作物生长的促进作用开始减弱,甚至浓度过高时会产生抑制作用。同时,绿豆收获后各处理土壤中速效氮、速效磷以及有效钾的含量均比播种前有一定程度的下降。由于不同的原材料以及制备条件所制取的生物炭理化性质以及作用有差别,单纯施加生物炭由于营养元素的有限性而限制了推广使用,如果作物肥料缓释载体与其他改良剂(如有机肥、微生物菌剂等)混合施加,可能会有更显著的效果,因此生物炭在农业应用以及土壤修复中的研究也需要更深入、更大规模的试验和探索。

参考文献:

- [1] Blackwell P, Krull E, Butler G, et al. Effect of banded biochar on dryland wheat production and fertiliser use in south-western Australia: an agronomic and economic perspective[J]. Soil Research, 2010, 48(7): 531-545.
- [2] Glaser B. Prehistorically modified soils of central amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences, 2007, 362(1478): 187-196.

蓄水能力以及容水量,水分供给植物根吸收利用;而如果施加量过高,反而会增加土壤的疏水性,引起植物组织对水分保持能力降低。

2.2.2 生物炭对幼苗叶绿素含量的影响 由图 9 可以看出,随着生物炭施加量的增加,作物叶片叶绿素含量呈现先增后减的趋势。当生物炭施加量为 5% 时,绿豆和谷子幼苗叶片叶绿素含量为最高,而当生物炭含量超过 15% 后,叶绿素含量开始有所下降,由此可以看出,生物炭在一定浓度会促进植物叶绿素的生成和积累,但含量过高反而会抑制作物对养分的吸收和利用。

- [3] 刘玉雪,刘 微,吴伟祥,等. 土壤生物炭环境行为与环境效应[J]. 应用生态学报, 2009, 20(4): 977-982.
- [4] Warnock D D, Lehmann J, Kuyper T W, et al. Mycorrhizal responses to biochar in soil - concepts and mechanisms[J]. Plant and Soil, 2007, 300(1): 9-20.
- [5] Bonelli P R, Ramos M E, Buonomo E L, et al. Potentialities of the biochar generated from raw and acid pre-treated sugarcane agricultural wastes[C]. Sochi, Russian Federation: 8th Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization, 2006.
- [6] Schmidt M W I, Noack A G. Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges[J]. Global Biogeochemical Cycles, 2000, 14(3): 777-793.
- [7] Dugan E, Verhoef A, Robinson S, et al. Bio-char from sawdust, maize stover and charcoal: impact on water holding capacities (WHC) of three soils from Ghana[C]//Brisbane, Australia: Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, 2010.
- [8] 郑 悦,郑桂萍,赵 洋,等. 生物炭对梗稻垦稻 5 号穗部性状及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 59-62.
- [9] 杨晓庆,侯仔尧,常梦婷,等. 生物炭对镉污染土壤的修复研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 335-337.
- [10] Busscher W J, Novak J M, Evans D E, et al. Influence of pecan biochar on physical properties of a Norfolk Loamy Sand[J]. Soil Science, 2010, 175(1): 10-14.
- [11] Deluca T H, Mackenzie M D, Gundale M J, et al. Wildfire-produced charcoal directly influences nitrogen cycling in ponderosa pine forests[J]. Soil Science Society of America Journal, 2006, 70(2): 448-453.