

谷学佳,王玉峰,张磊.生物炭对水稻镉吸收的影响[J].黑龙江农业科学,2019(6):47-49.

生物炭对水稻镉吸收的影响

谷学佳,王玉峰,张磊

(农业农村部东北平原农业环境重点实验室/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室/黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为明确施用生物炭对水稻镉吸收的影响,研究了不同生物炭施用量(1.5%、3.0%、6.0%)对土壤 pH、土壤有效态镉含量、水稻产量、水稻籽粒中镉含量的影响。结果表明:施用生物炭能够显著提高土壤 pH,比对照组分别增加 0.05、0.11、0.16。施用生物炭能够降低土壤中有效态镉的含量,比对照组分别降低 2.4%、3.8%、7.1%。施用生物炭能够增加水稻产量,施用生物炭的 3 个处理水稻产量均高于对照处理,但差异不显著。施用生物炭能够抑制镉向水稻植株中迁移,显著降低水稻籽粒中镉的含量,比对照组分别降低 20.2%、21.5%、25.8%。在镉污染土壤中施用生物炭可显著降低镉的有效性,降低了水稻镉污染的风险,对保障粮食安全具有重要意义。

关键词:生物炭;水稻;镉

水稻是我国的主要粮食作物,2017 年全国水稻种植面积超过 3 000 万 hm^2 ^[1]。近年来,随着我国社会经济的发展,大量的重金属进入农田,稻田受到重金属污染的问题日益严峻,对粮食安全构成威胁。尤其是镉,据统计,我国有超过 1 000 万 hm^2 耕地受镉金属污染^[2]。镉具有迁移性强、生物毒性大等特点,造成污染后,通过食物链进入人体,造成极大的危害。

生物炭是近年来出现的一个新的研究热点,是由生物质在高温缺氧环境下,形成的一种富含碳元素的稳定、难溶和高度芳香化的固态物质^[3]。生物炭疏松多孔、比表面积大、吸附能力强,是一种良好的重金属吸附剂和土壤改良剂,具有广阔的应用前景。研究表明,施用生物炭对 Cd 污染土壤具有显著的修复效果,能够钝化土壤中有有效态镉,抑制水稻镉吸收^[4]。本研究采用盆栽方法,研究生物炭在镉污染土壤中水稻镉吸收的影响,为探明生物炭修复水稻镉污染的机制和方式、保障粮食安全提供有效途径。

1 材料与方法

1.1 材料

土壤为黑土,去除杂物后风干,过 2 mm 筛,

用 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 溶液将土壤中镉的含量调制为 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,土壤基本性质见表 1。生物炭由水稻秸秆 500 $^\circ\text{C}$ 条件下碳化制得,pH8.97。水稻品种为阳光 4 号。

表 1 供试土壤的基本化学性质

Table 1 Basic chemical properties of tested soil

有机质	速效氮	速效磷	速效钾	
Organic matter/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Available N/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Available P/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Available K/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	pH
40.7	146.7	54.7	130.3	6.12

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2017 年在方正县水稻研究院进行,采用盆栽方法,设置 4 个处理,CK:(未添加生物质炭)、C1:1.5% 生物炭($15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、C2:3% 生物炭量($30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、C3:6% 生物炭($60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。将生物质炭与土壤充分混合均匀装盆,每盆 15 kg,平衡 15 d 后,加入肥料并与土壤充分混合均匀,然后添加去离子水,使土壤保持在淹水泡田状态。采集长势相同的 3.5 叶龄水稻秧苗移栽,每桶 3 穴、每穴 3 株,每个处理重复 3 次,随机排列。5 月 18 日移栽,9 月 25 日收获,整个水稻生育期塑料桶土面上保持 3 cm 左右水层。

1.2.2 测定项目及方法 土壤 pH 采用 pH 计测定(土/水比为 1.0:2.5);土壤有效态镉采用 DTPA 萃取法测定;水稻植株中镉含量根据 GB 5009.15-2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》的规定采用湿式法消解测定。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2013 和 SPSS

收稿日期:2019-03-08

基金项目:黑龙江省农业科技创新工程(QN028);哈尔滨市科技创新人才专项资金(2014RFQYJ029)。

第一作者简介:谷学佳(1984-),男,硕士,助理研究员,从事农业环境研究。E-mail:gxjforever@aliyun.com。

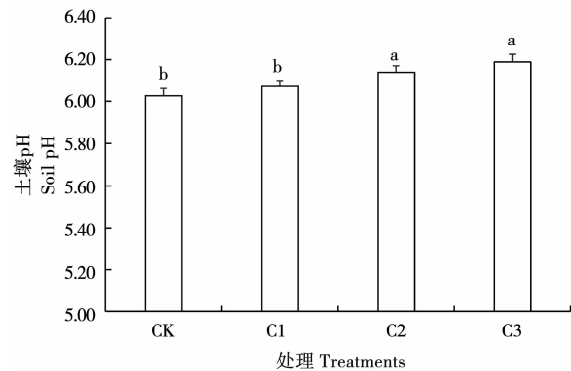
通讯作者:王玉峰(1967-),女,硕士,研究员,从事农业环境研究。E-mail:wangyf2011@163.com。

18.0进行数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 生物炭对土壤 pH 的影响

由图 1 可以看出,施用生物炭后,C2 和 C3 处理的土壤 pH 显著升高,并且随着生物炭施用量的增加呈上升趋势。与不施用生物炭的处理相比,C1、C2、C3 处理 pH 分别增加了 0.05、0.11、0.16。由于生物炭是碱性物质,添加到土壤后能够释放氢氧化物及碳酸盐等增加土壤的 pH,一方面使镉离子与氢氧根结合形成沉淀,被固定下来,另一方面通过静电、络合等作用促进镉离子的固定,阻断镉元素向植株转移。



误差线上不同字母代表处理间差异显著($P<0.05$)。下同。
Different letters above error bars indicate significant difference among treatments($P<0.05$). The same below.
图 1 生物炭对土壤 pH 的影响
Fig. 1 Effects of biochar on soil pH

2.2 生物炭对土壤有效态镉的影响

由图 2 可知,随着生物炭添加量的增加,土壤中有效态镉含量逐渐降低,与对照相比添加生物炭的3个处理降低了土壤中有有效态镉的含量,分别降低 2.4%、3.8%、7.1%,其中 C1 处理与对照差异不显著,C2 和 C3 处理显著低于对照。

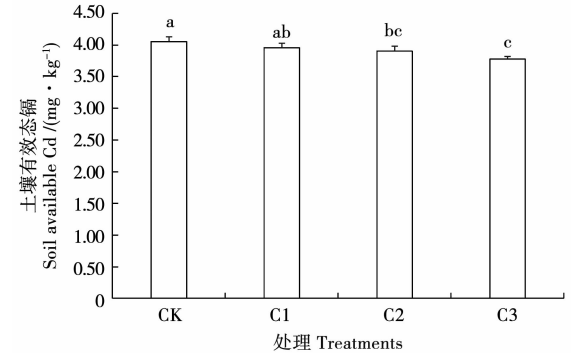


图 2 生物炭对土壤有效态镉的影响
Fig. 2 Effects of biochar on soil available Cd

2.3 生物炭对水稻产量的影响

由图 3 可以看出,在镉污染土壤中添加生物炭,能够增加水稻产量。施用生物炭的3个处理水稻产量均高于对照处理,但差异不显著。生物炭能够改善土壤的理化性质,增加养分固持能力,降低土壤容重,减少养分流失,从而有利于水稻生长,获得较高的产量。

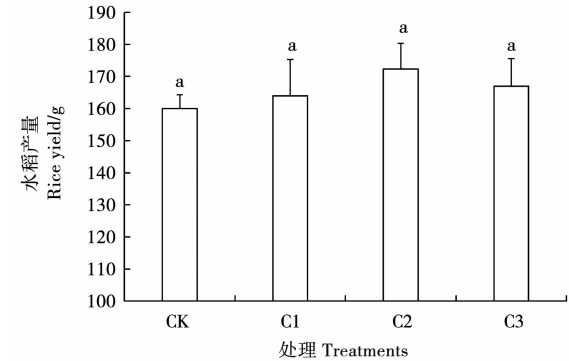


图 3 生物炭对水稻产量的影响
Fig. 3 Effects of biochar on rice yield

2.4 生物炭对水稻籽粒镉含量的影响

水稻籽粒中镉含量随着生物炭施用量的增加呈下降的趋势(图 4)。各处理镉含量均低于 GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》标准中规定的 $0.2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,施用生物炭的3个处理镉含量显著低于对照处理,分别降低 20.2%、21.5%、25.8%,3 个处理间差异不显著。说明添加生物炭能提高土壤对镉吸附能力,降低镉的有效性,从而阻碍镉向水稻植株中迁移,降低了水稻籽粒中镉的含量。

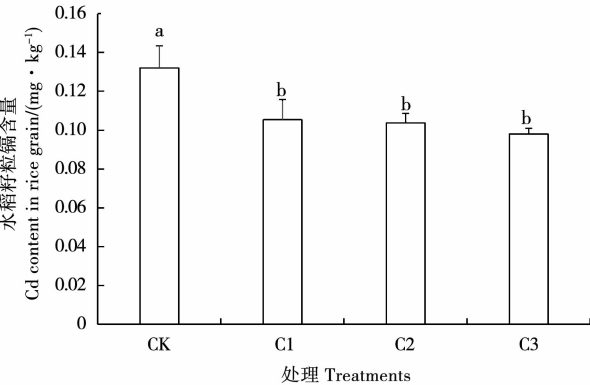


图 4 生物炭对水稻籽粒镉含量的影响
Fig. 4 Effects of biochar on Cd content in rice grain

3 结论与讨论

施用生物炭能够显著提高土壤 pH,降低土壤中有有效态镉的含量,在不影响产量的前提下降低了水稻籽粒中镉的含量。

生物炭通过释放氢氧化物及碳酸盐等增加土壤的 pH,并且随着生物炭施用量的增加土壤 pH 呈上升趋势,各个处理土壤 pH 分别增加了 0.05, 0.11,0.16。

生物炭通过静电、络合、沉淀等作用促进镉离子的固定,降低土壤中有效态镉的含量,施用生物炭的 3 个处理分别降低 2.4%、3.8%、7.1%。

施用生物炭能够增加水稻产量,施用生物炭的 3 个处理水稻产量均高于对照处理,但差异不显著。

施用生物炭能够抑制镉向水稻植株中迁移,显著降低水稻籽粒中镉的含量,施用生物炭的 3 个处理分别降低 20.2%、21.5%、25.8%。

有研究表明,土壤 pH 与有效态镉含量呈负相关关系,施用生物炭能够提高土壤 pH,会结合土壤中易迁移的镉离子,影响镉离子在土壤中的

迁移性,降低土壤中有效态镉含量^[5]。综合本研究与前人研究结果,应用生物炭改良镉污染土壤,具有广阔的前景。但由于采用盆栽试验,并且仅一年的试验数据,需要进一步开展试验明确生物炭在水稻镉污染修复中的作用。

参考文献:

[1] 中国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.

[2] 刘利成, 刘三雄, 黎用朝, 等. 水稻镉积累与调控研究进展[J]. 中国农学通报, 2016, 32(24): 1-5.

[3] Lehmann J, Ellenberger C, Hoffmann C, et al. Morpho-functional studies regarding the fertility prognosis of mares suffering from equine endometrosis[J]. Theriogenology, 2011, 76(7): 1-1336.

[4] 罗惠莉, 王宇霖, 周思, 等. 生物炭基调理剂对水稻镉吸收的影响[J]. 环境工程学报, 2018, 12(4): 1190-1197.

[5] 李明遥, 杜立宇, 张研, 等. 不同裂解温度水稻秸秆生物炭对土壤 Cd 形态的影响[J]. 水土保持学报, 2013, 27(6): 261-264.

Effects of Biochar on Cd Absorption in Rice

GU Xue-jia, WANG Yu-feng, ZHANG Lei

(Key Laboratory of Agricultural Environment of Northeast Plain, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Key Lab of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province/Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to clarify the effects of biochar application on Cd uptake in rice, the effects of different biochar application rates (1.5%, 3%, 6%) on soil pH, available Cd content in soil, rice yield and Cd content in rice grain were studied. The results showed that the application of biochar could significantly increase soil pH by 0.05, 0.11 and 0.16 respectively. The application of biochar could reduce the content of available Cd in soil by 2.4%, 3.8% and 7.1% respectively. The application of biochar could improve rice yield, the yield of three treatments with biochar was higher than that of the control treatment, but the difference was not significant. The application of biochar could inhibit the migration of cadmium to plants and significantly reduce the content of Cd in rice grains, which was 20.2%, 21.5% and 25.8% lower than the control treatment respectively. The application of biochar in Cd contaminated soil can significantly reduce the effectiveness of Cd and the risk of Cd contamination in rice, which is of great significance for ensuring food security.

Keywords: biochar; rice; Cd

《黑龙江农业科学》理事会

理事长单位

黑龙江省农业科学院

院长 李文华

副理事长单位

黑龙江省农业科学院水稻研究所

所长 鄂文顺

黑龙江省农业科学院克山分院

院长 邵立刚

黑龙江省农业科学院黑河分院

院长 张立军

黑龙江省农业科学院绥化分院

院长 陈维元

黑龙江省农业科学院牡丹江分院

院长 张太忠

常务理事单位

勃利县广视种业有限公司

总经理 邓宗环

内蒙古丰垦种业有限公司

董事长 徐万陶

理事单位

黑龙江生物科技职业学院

院长 李承林

农垦科研育种中心哈尔滨科研所

所长 姚希勤

黑龙江农业职业技术学院

院长 于波

鹤岗市农业科学研究所

所长 姜洪伟

伊春市农业技术推广中心

主任 张含生

甘南县向日葵研究所

所长 孙为民

萝北县农业科学研究所

所长 张海军

黑龙江省农垦科学院水稻研究所

所长 解保胜

黑龙江八一农垦大学农学院

院长 郭永霞

绥化市北林区农业技术推广中心

主任 张树春

黑龙江省齐齐哈尔农业机械化学学校 校长助理 张北成