



关明,于菲,许连周,等.玉米秸秆生物炭添加对典型黑土保水性能的影响[J].黑龙江农业科学,2019(10):42-44.

# 玉米秸秆生物炭添加对典型黑土保水性能的影响

关明,于菲,许连周,臧大君,公雨濛,孟庆峰

(东北农业大学资源与环境学院农业资源与环境,黑龙江哈尔滨150030)

**摘要:**为促进退化黑土的改良,采用室内模拟和盆栽试验的方式,设置5个处理,土壤中添加生物炭量分别为0,50,100,200,300 g·kg<sup>-1</sup>,每个处理设置3组重复,探究不同量生物炭添加条件下,土壤田间持水量、饱和持水量、容重、比重、孔隙度的变化。结果表明:在不同量生物炭的添加条件下,土壤的饱和持水量、田间持水量、孔隙度与生物炭用量呈现出显著正相关,土壤的容重、比重与生物炭用量呈现出显著负相关。

**关键词:**黑土;田间持水量;饱和持水量;秸秆生物炭

我国东北地区拥有着得天独厚的黑土条件,黑土面积达到101.85万km<sup>2</sup>,属于世界四大黑土分布区之一。黑土的自然肥力很高,与其他类型土壤相比,黑土的腐殖质层更厚,在质地、孔隙比、保水性方面均优于其他土壤。因此黑土分布区成为国家重要的商品粮生产基地。然而随着开垦程度的增加,人类活动消耗力超过了黑土的再生能力,对比两次土壤普查资料,黑龙江省和吉林省的黑土面积退化了近50%,因而研究黑土的退化问题刻不容缓<sup>[1]</sup>。

黑土生产力退化的特征之一是土壤保水能力下降,“瘦、薄、旱、硬”问题日益突出<sup>[2]</sup>,同时由于大型农机的使用,导致土壤结构变差,犁底层较之前上移且耕作层变薄,对农作物根系生长及土壤水、肥、气、热交换产生了不利影响<sup>[3]</sup>。

众多研究结果表明,生物炭可使土壤向有利于作物生长的方向发展:连续施用生物炭可以显著改善土壤的保水、持水能力,延缓土壤水分蒸发。对于冬季寒冷漫长的东北地区而言,秸秆还田腐解速度慢,而将秸秆制成生物炭可以有效提高秸秆的利用率<sup>[4]</sup>。因此利用秸秆生物炭改良土壤是一举多得的措施。

本研究以东北地区的典型黑土为研究对象,重点探讨600℃玉米秸秆生物炭对典型黑土保水

性能的影响,为生物炭的合理使用提供参考,也为退化黑土改良提供重要理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试土壤 土壤采集于东北农业大学试验基地,该土壤基础肥力状况为:深度0~15 cm, pH 7.61,电导率3100 S·m<sup>-1</sup>,速效磷45.00 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾188.00 mg·kg<sup>-1</sup>。

1.1.2 供试生物炭 生物炭原始材料为玉米秸秆,在600℃限氧条件下经过热解转化成为秸秆生物炭,生物炭基本性质为:密度0.64 g·cm<sup>-3</sup>,粒径0.5~1.5 mm。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2018年4-7月在东北农业大学试验基地进行,供试油菜植物品种为华威青梗菜F<sub>1</sub>。取过2 mm筛风干土样1.50 kg,装入塑料花盆中。试验设置5个处理:添加生物炭量分别为0(B0)、50(B50)、100(B100)、200(B200)、300(B300)g·kg<sup>-1</sup>,每个处理设置3次重复。各处理化肥施用量相同,分别为尿素(N=46%)0.65 g·kg<sup>-1</sup>,磷酸二氢铵(N=18%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=46%)1.67 g·kg<sup>-1</sup>,硫酸钾(K<sub>2</sub>O=52%)0.58 g·kg<sup>-1</sup>,以上肥料作为基肥一次性施入待测土样,其余时期不施用其他任何肥料。将土壤、生物炭、化肥充分混匀,做好标记。

油菜于2018年4月8日播种,于2018年7月1日收获。待出苗后每盆定植3棵,播种后每天固定时间浇灌蒸馏水。收获后测定所有土壤样本的田间持水量和饱和持水量。

收稿日期:2019-04-12

基金项目:黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划(UNPYSCT-2017025);东北农业大学SIPT项目。

第一作者简介:关明(1998-),女,在读学士,专业为农业资源与环境。E-mail:1293940122@qq.com。

通讯作者:孟庆峰(1982-),男,博士,副教授,从事土壤退化及其环境效应研究。E-mail:qfengmeng@yeah.net。

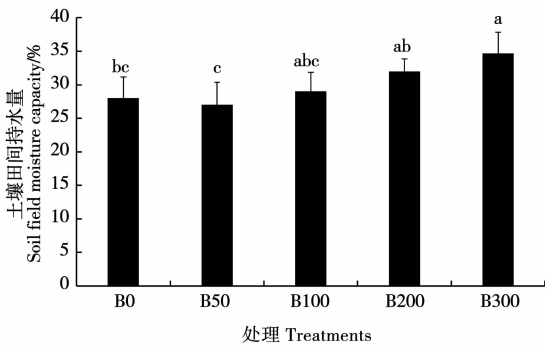
1.2.2 测定项目与方法 油菜生育期结束后,用环刀采集原状土壤样品用于测定田间持水量和饱和持水量,并将所有土壤样本放置于通风处风干,过 1 mm 筛后以备测定土壤比重,计算土壤孔隙度和容重<sup>[5]</sup>。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2007 进行试验数据的整理,采用 SPSS 22.0 进行统计分析,各处理平均值间的差异显著性采用 Duncan 法检验。

2 结果与分析

2.1 玉米秸秆生物炭对黑土田间持水量及饱和持水量的影响

由图 1 和图 2 可知,黑土田间持水量、饱和持水量随着秸秆生物炭用量的增加呈现出小幅度的上升。经回归线性分析可知:随着秸秆生物炭用量的增加,土壤的持水能力呈现出显著线性正相关。



不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。下同。  
Different lowercase letters mean significant difference( $P<0.05$ ). The same below.

图 1 不同处理对土壤田间持水量的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on soil field moisture capacity

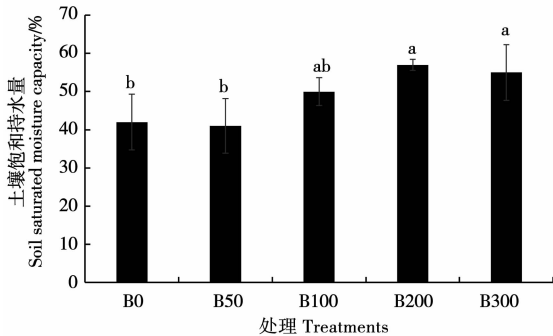


图 2 不同处理对土壤饱和持水量的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on soil saturated moisture capacity

从田间持水量的角度出发,在  $P<0.05$  的条件下,B300 显著高于 B0 处理,处理 B0、B50、B100 的田间持水量差异不显著。从饱和持水量的角度出发,在  $P<0.05$  的条件下,B200 的饱和持水量显著高于 B0 处理,处理 B0、B50、B100 的饱和持水量差异不显著。综上可以得出,当土壤加入秸秆生物炭量为  $300\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  时,对典型黑土的土壤田间持水量有显著影响;当土壤加入秸秆生物炭量为  $200\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  时,对典型黑土的土壤饱和持水量有显著影响。而土壤孔隙度的增加是使得土壤持水能力增强的原因之一。

2.2 玉米秸秆生物炭对黑土容重、比重、孔隙度的影响

由表 1 可知,土壤的容重、比重随着秸秆生物炭用量的增加呈现出下降的趋势,而土壤孔隙度随着秸秆生物炭用量的增加呈现出上升的趋势。在  $P<0.05$  的条件下,B300 处理组的土壤容重值、比重值显著低于不加生物炭的 B0 处理。土壤容重、比重、孔隙度反映了土壤的松紧情况,容重越小,土壤越松。综上所述,当生物炭用量在  $0\sim300\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  时,随着秸秆生物炭用量不断增加,土壤的通气性能越来越好。

表 1 不同处理的土壤容重、比重、孔隙度变化

Table 1 Changes of soil bulk density, and porosity under different treatments

处理 Treatments	容重 Bulk density/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	比重 Proportion/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	孔隙度 Porosity/%
B0	$1.33\pm0.06\text{ a}$	$2.39\pm0.04\text{ b}$	$44.51\pm2.91\text{ a}$
B50	$1.28\pm0.01\text{ ab}$	$2.33\pm0.03\text{ bc}$	$45.33\pm0.95\text{ a}$
B100	$1.22\pm0.02\text{ b}$	$2.31\pm0.04\text{ bc}$	$47.51\pm1.77\text{ a}$
B200	$1.23\pm0.02\text{ b}$	$2.24\pm0.02\text{ c}$	$45.30\pm1.04\text{ a}$
B300	$1.14\pm0.06\text{ c}$	$2.12\pm0.01\text{ d}$	$46.05\pm1.63\text{ a}$

3 结论与讨论

3.1 讨论

$600\text{ }^{\circ}\text{C}$  玉米秸秆生物炭的添加导致土壤比重和容重降低,原因在于生物炭较其他土壤改良剂密度小,且颗粒密度受材料和制作工艺影响,试验中所使用生物炭的密度为  $0.64\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,明显低于

土壤的颗粒密度,因此添加生物炭会造成土壤容重减少<sup>[6]</sup>。土壤孔隙度受土壤容重、比重影响,容重、比重的降低导致土壤孔隙度增加,而造成孔隙度增加的根本原因在于生物炭孔隙结构发达、表面能巨大,添加到土壤后能改变原土壤的孔隙结构状况,从而增加土壤孔隙度<sup>[7]</sup>。土壤孔隙度的增加使得土壤田间持水量和饱和持水量增加,原因在于有机物裂解生产生物炭时,其内部气态或液态物质会生成并释放,造成生产后期温度升高,生物炭内部的熔陷会形成孔径大小不一的微小孔隙,而正是这些孔隙的存在,使得生物炭施用到土壤后,土壤的保水性能增加,直观表现为土壤饱和持水量和田间持水量增加。

除此之外,研究结果表明,B50 处理组土壤的田间持水量、饱和持水量较 B0 组有略微的下降,这与其他处理组的处理结果均不一致。此处理造成土壤持水能力下降的原因是在  $50\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  的生物炭添加条件下,生物炭与土壤互相填充,导致大孔径的非毛管孔隙被占据<sup>[8]</sup>。

### 3.2 结论

研究结果表明,添加  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  玉米秸秆生物炭导致黑土田间持水量、饱和持水量、孔隙度上升,

而土壤容重和比重降低。在  $P<0.05$  的条件下,当土壤加入秸秆生物炭量为  $300\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  时,对典型黑土的土壤田间持水量、饱和持水量、容重、比重均有显著影响。为保证作物生长发育,建议玉米秸秆生物炭的施用量为  $300\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

### 参考文献:

- [1] 徐晓斌,王清.我国黑土退化研究现状与展望[J].地球与环境,2005(S1):588-592.
- [2] 刘清华.保护性耕作技术在辽宁黑土地保护中的应用[J].农业科技与装备,2017(4):53-55.
- [3] 刘国辉,张凤彬,张妍茹.黑土地保护对策研究[J].乡村科技,2016(15):75-76.
- [4] 王冲,王玉峰,谷学佳,等.连续施用生物炭对黑土基础理化性质的影响[J].土壤通报,2018,49(2):428-434.
- [5] 黄昌勇,徐建明.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2010:60-63.
- [6] 颜永毫,郑纪勇,张兴昌,等.生物炭添加对黄土高原典型土壤田间持水量的影响[J].水土保持学报,2013,27(4):120-124,190.
- [7] 王丹丹,郑纪勇,颜永毫等.生物炭对宁南山区土壤持水性能影响的定位研究[J].水土保持学报,2013,27(2):101-104,109.
- [8] 王浩,焦晓燕,王劲松等.生物炭对土壤水分特征及水胁迫条件下高粱生长的影响[J].水土保持学报,2015,29(2):253-257,287.

## Effects of Biochar Addition from Maize Straw on Water-holding Capacity of Typical Black Soil

GUAN Ming, YU Fei, XU Lian-zhou, ZANG Da-jun, GONG Yu-meng, MENG Qing-feng

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** In order to promote the improvement of degraded black soil, we used indoor simulation and pot experiment, also set up five treatments. The amount of biochar added to the soil was  $0, 50, 100, 200, 300\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , three parallel processing samples were set for each processing. This study was to investigate the changes of soil field water holding capacity, saturated water holding capacity, bulk density, specific gravity and porosity under different biochar addition conditions. The results showed that: with the addition of different amounts of biochar, the saturated water holding capacity, field water holding capacity and porosity of soil presented a significantly positive correlation with the amount of biochar, and the bulk density and specific gravity of soil presented a significantly negative correlation with the amount of biochar.

**Keywords:** black soil; field water capacity; saturated moisture capacity; straw biochar