



齐虹凌,许丽颖,王立凤,等.生物炭对土壤碳库的影响研究[J].黑龙江农业科学,2022(11):100-103,104.

# 生物炭对土壤碳库的影响研究

齐虹凌<sup>1</sup>,许丽颖<sup>1</sup>,王立凤<sup>1</sup>,李 云<sup>1</sup>,赛子林<sup>1</sup>,周秀玲<sup>2</sup>,谭洪雨<sup>3</sup>,李帅兵<sup>4</sup>

(1.牡丹江师范学院,黑龙江 牡丹江 157011; 2.中国烟草总公司 黑龙江省公司,黑龙江 哈尔滨 150000; 3.黑龙江省烟草公司 哈尔滨烟叶公司,黑龙江 哈尔滨 150001; 4.黑龙江省烟草公司 牡丹江烟叶公司,黑龙江 牡丹江 157011)

**摘要:**生物炭是一种富碳固体物质,添加到土壤后,能够封存碳,对增加碳库容量、稳定土壤碳库有着不可忽视的作用。为了进一步改良农田土壤,增加土壤碳储备,本文综述了生物炭对土壤有机碳库和无机碳库的影响。并展望了生物炭的未来研究方向和重点,提出未来的研究首先应针对特定土壤环境条件,选择适合的生物炭种类和施入量并预测施加生物炭是否会带来负面问题;其次,深入研究生物炭施用后结构性质的变化、稳定机理和对土壤中不同碳成分的影响规律;再次,建立生物炭对土壤碳库影响的数据库。一方面有利于总结归纳生物炭对土壤碳库各个组分的影响规律,另一方面可以为今后的相关研究提供更加便捷的参考途径。

**关键词:**生物炭;土壤;有机碳库;无机碳库;不同碳组分

土壤是人类赖以生存的天然资源。碳库,是碳的储存库,土壤中碳库储量为陆地生态系统碳库储量的 90% 以上。陆地生态系统的组成、分布、功能、结构都会因土壤碳库的变化而发生变化,这说明土壤碳库在陆地生态系统中对碳的平衡作用更大。但近年来,化肥、农药、杀虫剂过度施用导致的土壤退化现象越来越严重,土壤碳库容量下降、理化性状变差、营养成分不均衡、盐渍化、沙化等问题日益突出。因此,改良土壤、增加土壤碳储备,成为我国农业可持续发展中迫切需要解决的问题。

生物炭是在缺氧或限氧条件下,经热解作用形成的富碳产物。其表面含有许多含碳量较高的官能团。研究显示,在土壤中施以生物炭,不但可以改善土壤理化性质,而且对提高碳库容量,稳定有机碳库,保持土壤生态系统平衡有着不可忽视的作用。本文针对生物炭对土壤有机碳库、无机碳库的影响进行阐述,并对其研究进展进行分析。

## 1 生物炭对土壤有机碳库的影响

土壤有机碳(SOC)是土壤有机质(SOM)的主要成分,由多种碳质成分的复杂混合物组成。这些成分包括活体植物根系和微生物及其代谢物,处于不同分解阶段的植物和动物碎屑,以及抵

抗进一步分解的高度分解物质。初级生产、分解和转化的自然过程之间的时间平衡有助于 SOC 在陆地生态系统中的形成、分配和累积。SOC 被认为是支持生物效率和多样性、调节化学平衡、缓冲养分循环以及增强生态系统恢复力和服务的土壤质量的综合核心指标。土壤有机碳库十分活跃,其微小变化会导致大气中二氧化碳浓度发生明显变化,从而影响全球气候<sup>[1]</sup>。土壤有机碳库根据有机碳周转时间长短的不同,可分成活性碳库、缓效性碳库和惰效性碳库<sup>[2]</sup>。活性有机碳可分为微生物量碳、易氧化有机碳、颗粒态有机碳、溶解性有机碳等几大类。全球变暖对人类生存环境 and 经济可持续发展都产生了巨大影响,土壤有机碳库作为全球碳循环过程中短时间内可调节的重要碳库,在降低环境负面效应,保障农业粮食安全等方面具有重要意义<sup>[3]</sup>。

### 1.1 生物炭对土壤总有机碳(TOC)的影响

总有机碳(TOC)可以表示土壤的肥沃程度,其动态和含量在全球碳循环和土壤质量演变过程中扮演着非常重要的角色<sup>[4]</sup>。

一些研究显示,在土壤中添加生物炭后,可以使 TOC 的含量显著提高,从而减少 CO<sub>2</sub> 的排放量提高碳储量。如,廖添怀等<sup>[5]</sup>通过室内培养试验分析 300,400 和 500 °C 下制备的稻秆生物炭施加到红壤中 TOC 的变化,结果表明稻秆生物炭(RSB)添加对稻田红壤 TOC 的增加效果显著。这主要是由于生物炭在炭化过程中把稻秆中不稳定的脂肪族化合物转化成为了较稳定的芳香碳,温度越高稳定性有机碳的含量越高、在土壤中越

收稿日期:2022-08-01

基金项目:黑龙江省教育厅项目(1451ZD005);牡丹江师范学院科研项目(YB2021005);黑龙江省烟草行业科技项目(20182300002700081,2019230000240083)。

第一作者:齐虹凌(1980—),女,硕士,副教授,从事土壤改良方面的研究。E-mail:swxqhl2021@126.com。

不易被分解;而具有多孔结构的生物炭可以吸附土壤有机碳并形成稳定的复合体,进而增加土壤有机碳的固存。张影等<sup>[6]</sup>以河南砂土和壤质潮土为研究对象,通过室内恒温培养试验和盆栽试验,研究得出施加生物炭的处理都能够使 TOC 的含量显著提升。Chan 等<sup>[7]</sup>报道了添加生物炭能够增加土壤 TOC 含量,并且 TOC 的变化随着添加比例的提高而提高。代镇<sup>[8]</sup>采用长期大田定位试验,分别将小麦秸秆生物炭以不同用量施入土壤耕层(0~20 cm),发现随着添加生物炭的量的增加 TOC 的含量也跟着增加。徐艺露<sup>[9]</sup>通过研究黑炭对土壤有机碳库及性质的影响,得出随着生物黑炭施加土壤中 TOC 浓度显著升高的结论。王月玲等<sup>[10]</sup>利用田间试验,研究苹果果树枝条生物炭对土壤中各碳组分的影响,发现施加生物炭能使耕层 20 cm 以内土层中 TOC 的含量明显升高,且 TOC 含量与生物炭施用量呈非常显著的正相关。Prommer 等<sup>[11]</sup>在耕地(黑钙土)生物炭田间试验中,研究得出施加生物炭可以提高土壤中的总有机碳。

综上所述,生物炭的添加可以增加土壤 TOC 的含量,这可能与生物炭的富碳属性和物理吸附特性有一定的关系<sup>[12]</sup>。生物炭表面有大量的孔隙,可以吸附土壤中原有的有机碳,从而把土壤中的微生物和有机物分离开,形成物理隔离,这样就降低了微生物对有机碳的分解利用。此外,生物炭本身碳含量较高,并且有很强的稳定性,因此它的加入必然会造成土壤中 TOC 的升高。

## 1.2 生物炭对土壤可溶性有机碳(DOC)的影响

可溶性有机碳(DOC)是陆地碳(C)循环的关键组成部分,是土壤圈层与相关圈层发生物质交换的重要形式<sup>[13]</sup>。尽管 DOC 仅占土壤有机碳(SOC)库的一小部分,但它在土壤 C 循环中的各种生物和非生物过程中都很活跃。DOC 有助于土壤中的碳固存,也有助于积累微生物和植物营养。它直接参与土壤生物化学转化过程,对土壤质量变化、环境因素、土地利用变化等均表现出较高的敏感性,在保持土壤碳库平衡中扮演重要角色<sup>[14-15]</sup>。

关于生物炭的添加对土壤 DOC 含量的影响,相关的研究报道较多。廖添怀等<sup>[5]</sup>施加到红壤中 DOC 的变化,研究表明 300,400 和 500 °C 下制备的稻秆生物炭可以显著提高 DOC 含量。Hartley 等<sup>[16]</sup>研究结果表明,加入了不同原料制成的生物炭,土壤孔隙水中的 DOC 含量都显著

增加。孙涛等<sup>[17]</sup>通过土壤静态培养实验,在酸性土壤和碱性土壤中添加虾壳生物炭对土壤当中 DOC 含量的影响进行研究,结果表明添加后两类土壤中 DOC 的含量均有明显增加,酸性土壤响应程度高于碱性土壤。原因可能是生物炭中活性有机碳组分的释放导致 DOC 含量增加<sup>[18]</sup>。不过,也有一些研究得出了不同的结论。如, Jones 等<sup>[19]</sup>三年田间试验研究表明添加生物炭对土壤中 DOC 的含量并没有影响。Demisie 等<sup>[20]</sup>研究表明,在风化的红壤中添加竹炭和木炭后均导致 DOC 的含量显著降低,原因可能是添加生物炭之后土壤当中会产生大量的微生物,这些微生物在培养前期会消耗大量的 DOC。

综上所述,添加生物炭对土壤当中 DOC 含量的影响结论不尽相同,存在较大差异,这可能与供试土壤的类型、土壤内的微生物、pH、供试生物炭的类型以及试验的地点是室内还是田间等都有关系,今后应有针对性地开展一些田间的长期定位试验,以明确生物炭在既定条件下对土壤中的 DOC 含量的影响规律,为今后的深入研究提供参考依据。

## 1.3 生物炭对土壤微生物量碳(MBC)的影响

土壤微生物量碳(MBC)占土壤总有机碳的 1%~4%,虽然占比较小,但它既能反映土壤的微观变化,又能直接参与土壤的生物化学转化过程,是土壤中植物有效营养成分的储备库,并能促进土壤营养物质的有效转化,因而在土壤肥力和植物营养中占有举足轻重的地位。

目前,生物炭对 MBC 的影响结果并不统一。Durenkamp 等<sup>[21]</sup>研究表明在粘质土中添加生物炭的量越多, MBC 含量越多;然而在砂质土中添加生物炭却导致 MBC 的含量下降。王毅等<sup>[22]</sup>开展了 2 年的田间定位试验研究,探索小麦秸秆生物炭连续添加对植烟土壤有机碳的影响,结果发现添加生物炭的处理 MBC 的含量均比对照显著提高。黎嘉成等<sup>[23]</sup>的田间试验研究发现生物炭还田可以显著提高土壤中 MBC 的含量。王成己等<sup>[24]</sup>的研究结果表明生物炭的添加使土壤中 MBC 含量得以提升。添加生物炭能提高 MBC 含量,可能是因为添加生物炭为土壤中的微生物提供了充足的养分条件,促使其生长、繁殖,改变其群落结构,进而使土壤微生物的数量显著增加<sup>[22]</sup>。上述研究结果不一致的原因可能是生物炭的种类不同,性质差异较大以及进入土壤后对土壤内部环境的影响机理不同所致。

#### 1.4 生物炭对土壤易氧化有机碳(ROC)的影响

易氧化有机碳(ROC)是土壤活性有机碳的重要组成部分。在土壤受人为活动干扰的早期,土壤碳库的变化被认为主要发生在 ROC 上,因而被作为土壤碳库短期变化的表征因素<sup>[25]</sup>。

相关研究表明,在土壤中加入生物炭,会对 ROC 造成一定的影响。如,王月玲等<sup>[10]</sup>研究苹果果树枝条生物炭对土壤碳组分的影响,结果发现生物炭的添加可以显著提高 20 cm 以内土层中土壤 ROC 的含量。柯跃进等<sup>[26]</sup>研究结果显示,在农田土壤中加入水稻秸秆生物炭,ROC 含量随生物炭添加量的提高而提高。另外,由于热解温度和生产原料等前期条件不同,产生的生物炭性质差异较大,对土壤中的 ROC 含量也有较大影响。低温热解下产出的生物炭更有利于土壤中 ROC 含量的增加。

#### 1.5 生物炭对土壤颗粒有机碳(POC)的影响

颗粒有机碳(POC)是粒径大于 53  $\mu\text{m}$  的有机碳,其大小变化取决于植物生物量和土壤微生物的分解能力。POC 含量易受外界活动影响,进而影响土壤碳素的循环转化。王月玲等<sup>[10]</sup>研究发现苹果枝条生物炭的添加使 20 cm 以内土层中土壤 POC 的量明显增加,而且 POC 的含量与生物炭施用量有很大的正相关。陈红霞等<sup>[27]</sup>通过 3 年的定位试验研究生物炭对土壤 POC 的影响,结果表明土壤当中 POC 含量会因为生物炭的添加而显著提升。廖添怀等<sup>[5]</sup>研究结果表明 300、400 和 500  $^{\circ}\text{C}$  下制备的稻秆生物炭施加到红壤中可以显著增加 POC 的含量和比例,这与胡坤等<sup>[28]</sup>与 Dai 等<sup>[29]</sup>的研究结果一致,即添加生物炭都可以显著提高土壤中 POC 含量,有效防止土壤酸化、提高土壤肥力<sup>[5]</sup>。

### 2 生物炭对土壤无机碳库的影响

土壤无机碳(SIC)是土壤中含碳无机物的总称,主要是指土壤中母岩风化过程中形成的矿物态碳酸盐<sup>[30]</sup>。主要分布于干旱和半干旱地区,因此无机碳是干旱和半干旱地区土壤碳库的主要形式<sup>[31]</sup>。

由于无机碳以碳酸盐为主,碳酸盐的形成会受到土壤中 pH、 $\text{Ca}^{2+}$  含量和  $\text{Mg}^{2+}$  含量等理化性质的影响。并且大量研究证实,添加生物炭会改善土壤的物理和化学性质<sup>[32-36]</sup>,因此,在土壤中添加生物炭必然会影响到碳酸盐的生成,从而对无机碳库的含量造成影响。

有关生物炭的添加对无机碳库的影响,研究是比较少的。Luo 等<sup>[37]</sup>在室内培养试验研究中,设置了不同含量的生物炭处理,结果表明添加 1% 和 3% 的生物炭能够有效促进土壤当中的有机碳向无机碳转化。Fernández 等<sup>[38]</sup>采用有氧培养试验,研究显示生物炭的施加能够增加无机碳的含量。但这些研究结论均来自室内试验,缺乏田间试验验证结果,加之土壤中无机碳转化速率较慢,因此,需要长期、大量开展田间定位试验研究。

### 3 展望

近年来,国内外就生物炭的添加对土壤碳库的影响,特别是对土壤有机碳库的影响,开展了许多试验研究,并取得了一定的成果。但仍存在一些难点问题需要更深层次的探索和研究。

首先,由于生产原料和热解温度的不同,所产出的生物炭在理化性质上有很大差异,因此,在添加生物炭时应依据所要达到的效果,针对特定的土壤条件,筛选出适合的生物炭种类和添加量,确保施加生物炭能有效增加土壤碳库储量。另外,施加生物炭是否会带来负面问题也应该有所预测。

其次,在土壤中添加生物炭后,其结构和理化性质的转变机理还有待于更长时间和更多的田间试验的验证;生物炭施用后对土壤不同碳组分的影响规律有待继续研究<sup>[39]</sup>。

再次,需要建立相关数据库。从目前的研究结果中可以看出,在研究过程中存在着很多变量,导致研究结论存在不一致的地方。生物炭是变量、土壤内部环境是变量、生物炭施加到土壤内部作用的机制是变量,实验地点室内还是田间也是变量。针对这些情况,可以考虑建立相应数据库,把这些变量作为参数添加进去,相应的文章都收录进来。一方面有利于总结归纳生物炭对土壤碳库的影响规律,另一方面可以为今后的相关研究提供更为便捷的参考途径。

#### 参考文献:

- [1] LAL R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change [J]. Geoderma, 2004, 123: 1-22.
- [2] 史学军,陈锦盈,潘剑君,等. 几种不同类型土壤有机碳库容大小及周转研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(6): 123-127.
- [3] 王岩松,李梦迪,朱连奇. 土壤有机碳库及其影响因素的研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(32): 123-131.
- [4] 何海龙,君珊,张学宽. 总有机碳(TOC)分析仪测定土壤中 TOC 的研究[J]. 分析仪器, 2014(5): 59-60.
- [5] 廖添怀,李欢,王艳玲. 稻秆及稻秆生物炭添加对稻田红壤



- 有机碳组分及  $\text{CH}_4/\text{CO}_2$  累积排放量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2022, 41(7): 1598-1609.
- [6] 张影, 刘星, 任秀娟. 秸秆及其生物炭对土壤碳库管理指数及有机碳矿化的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 33(3): 153-165.
- [7] CHAN K Y, VAN ZWIETEN L, MESZAROS I, et al. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment[J]. Soil Research, 2008, 45(8): 629-634.
- [8] 代镇. 生物炭对土壤有机碳组分及土壤微生物活性的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [9] 徐艺露. 生物黑炭对土壤性质和土壤有机碳库的影响[D]. 上海: 华东师范大学, 2013.
- [10] 王月玲, 周凤, 张帆, 等. 施用生物炭对土壤呼吸以及土壤有机碳组分的影响[J]. 环境科学研究, 2017, 30(6): 920-928.
- [11] PROMMER J, WANEK W, HOFHANSL F, et al. Biochar decelerates soil organic nitrogen cycling but stimulates soil nitrification in a temperate arable field trial[J]. PLOS ONE, 2014, 9(1): 1-16.
- [12] OU YANG L, YU L, ZHANG R. Effects of amendment of different biochars on soil carbon mineralisation and sequestration[J]. Soil Research, 2014, 52(1): 46-54.
- [13] 吴健敏, 郝敏, 孔范龙, 等. 土壤溶解性有机碳(DOC)动态变化影响因素研究进展[J]. 地质论评, 2013, 59(5): 953-961.
- [14] KALBITZ K, SCHWESIG D, RETHMEYER J, et al. Stabilization of dissolved organic matter by sorption to the themineral soil [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2005, 37: 1-13.
- [15] ANDERSSON S, NILSSON S I, SAETRE P. Leaching of dissolved organic carbon(DOC) and dissolved organic nitrogen (DON) inmorhumus as affected by temperature and pH [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2000, 32: 1-10.
- [16] HARTLEY W, RIBY P, WATERSON J. Effects of three different biochars on aggregate stability, organic carbon mobility and micronutrient bioavailability[J]. Journal of Environmental Management, 2016, 181: 770-778.
- [17] 孙涛, 孙约兵, 贾宏涛, 等. 虾壳生物炭对 Cd-As 复合污染土壤修复效应及土壤可溶性有机碳含量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2021, 40(8): 1675-1685.
- [18] 吉春阳, 冯竞仙, 何云华, 等. 退化设施蔬菜地修复过程中土壤可溶性有机碳与无机氮动态[J]. 生态学杂志, 2020, 39(5): 1575-1582.
- [19] JONES D L, ROUSK J, EDWARDS Jones G, et al. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2012, 45: 113-124.
- [20] DEMISIE W, LIU Z, ZHANG M. Effect of biochar on carbon fractions and enzyme activity of red soil[J]. Catena, 2014, 121: 214-221.
- [21] DURENKAMP M, LUO Y, BROOKES P C. Impact of black carbon addition to soil on thedetermination of soil microbial biomassby fumigation extraction[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2010, 42(11): 2026-2029.
- [22] 王毅, 张俊清, 况帅, 等. 施用小麦秸秆或其生物炭对烟田土壤理化特性及有机碳组分的影响[J]. 植物营养与肥料科学学报, 2020, 26(2): 285-294.
- [23] 黎嘉成, 高明, 田冬, 等. 秸秆及生物炭还田对土壤有机碳及其活性组分的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(5): 39-50.
- [24] 王成己, 王义祥, 林宇航, 等. 生物黑炭输入对果园土壤性状及活性有机碳的影响[J]. 福建农业学报, 2012, 27(2): 196-199.
- [25] 简兴, 陈鸿, 肖昕迪. 黄河故道土壤有机碳及易氧化有机碳含量分析[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(14): 62-64.
- [26] 柯跃进, 胡学玉, 易卿, 等. 水稻秸秆生物炭对耕地土壤有机碳及其  $\text{CO}_2$  释放的影响[J]. 环境科学, 2014, 35(1): 93-99.
- [27] 陈红霞, 杜章留, 郭伟, 等. 施用生物炭对华北平原农田土壤容重、阳离子交换量和颗粒有机质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(11): 2930-2934.
- [28] 胡坤, 张红雪, 郭力铭, 等. 烟秆炭基肥对薏苡土壤有机碳组分及微生物群落结构和丰度的影响[J]. 中国生态农业学报, 2021, 29(9): 1592-1603.
- [29] DAI H C, ZHAO Y Q, CUI Y X, et al. Effects and causes of different organic materials amendment on soilorganic carbon in North China Plain[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(S2): 103-110.
- [30] 张林. 荒漠草原土壤有机碳向土壤无机碳酸盐转移的定性定量研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [31] PAN G X. Pedogenic carbonates in aridic soils of China and the significance in terrestrial carbon transfer[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 1999, 22(1): 51-57.
- [32] PAN G X. Study on carbon reservoir in soils of China[J]. Bulletin of Science and Technology, 1999, 15(5): 330-332.
- [33] SCHUMAN G E, JANZEN H H, HERRICK J E. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands[J]. Environmental Pollution, 2002, 116(3): 391-396.
- [34] WU H B, GUO Z T, GAO Q, et al. Distribution of soil inorganic carbon storage and its changes due to agricultural land use activity in China[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2009, 129(4): 413-421.
- [35] SPOKAS K A, KOSKINEN W C, BAKER J M, et al. Impacts of woodchip biochar additions on greenhouse gas production and sorption/degradation of two herbicides in a Minnesota soil[J]. Chemosphere, 2009, 77(4): 574-581.
- [36] JOHNSON M S, WEBSTER C, JASSAL R S, et al. Biochar influences on soil  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  fluxes in response to wetting and drying cycles for a forest soil[J]. Scientific Reports, 2017, 7(1): 6780.
- [37] LUO X, WANG L, LIU G, et al. Effects of biochar on carbon mineralization of coastal wetland soils in the Yellow River Delta, China[J]. Ecological Engineering, 2016, 94: 329-336.
- [38] FERNÁNDEZ J M, NIETO M A, LÓPEZ-DE-SÁE G, et al. Carbon dioxide emissions from semi-arid soils amended with biochar alone or combined with mineral and organic fertilizers [J]. Science of the Total Environment, 2014, 482: 1-7.
- [39] 张磊, 柳璇, 韩俊杰, 等. 生物炭对土壤团聚体及结合态碳库影响研究进展[J]. 山东农业科学, 2016, 48(9): 157-161.



冯浩原,张春峰.白浆土改良研究进展及展望[J].黑龙江农业科学,2022(11):104-109.

# 白浆土改良研究进展及展望

冯浩原,张春峰

(黑龙江省农业科学院 佳木斯分院/黑龙江省白浆土机械改良工程研究中心,黑龙江 佳木斯 154007)

**摘要:**白浆土是分布于我国黑龙江省和吉林省的一种低产土壤,主要存在养分含量低、质地硬、透水效果差等缺点。三江平原是国家重要的商品粮基地,白浆土约占该地区耕地面积的 1/4。改良低产地块,利用好白浆土耕地对东北地区粮食的稳产增产有着重大的意义。本文介绍了白浆土形成的机理及低产的原因,总结了物料投入和机械改良两大白浆土改良策略,综述了不同改良方法对养分含量和物理状况的影响。白浆土的形成与分散在水中的粘粒下行和干湿交替导致的氧化还原环境变化有关。黑土层薄和存在障碍层次导致了白浆土低产。物料投入提高了氮、磷、钾及有机质等养分含量,促进团聚体形成,提高微生物及酶的活性。机械改土打破了障碍层次,改变了固、液、气三相之比,提高了水分渗透性,降低了土壤硬度。分析了不同改土方式的优缺点,对白浆土改良未来的发展方向进行了展望。

**关键词:**白浆土;改良;效果;进展

白浆土是我国东北地区主要土壤类型之一,南北跨度上可从黑河市至吉林省和辽宁省的边界线,

在东西跨度上从乌苏里江沿岸至小兴安岭和长白山,分布十分广泛。三江平原是我国重要的产粮区,白浆土在三江平原分布广泛,改良白浆土对提高三江平原粮食产量,解决我国粮食安全问题有着重大的意义。白浆土土壤剖面存在 4 个发生层,分别为  $A_1$ 、 $A_w$ 、B 和 C。 $A_1$  层是腐殖质含量较高的黑土层,质地疏松,易于耕作; $A_w$  层是白浆层,以土色发白、泡水后成浆而得名,呈现片层状结构,质地紧实,是白浆土的障碍层次;B 层是淀积层,呈现棱柱

收稿日期:2022-07-22

基金项目:黑土地保护与利用科技创新工程专项资助(XDA-28100202,XDA28010403);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”白浆化黑土可持续利用研究(HNK2019CX1304)。

第一作者:冯浩原(1993—),男,硕士,研究实习员,从事土壤肥料方面研究。E-mail: fhy2375@163.com。

通信作者:张春峰(1965—),男,博士,研究员,从事土壤肥料和低产土壤改良研究。E-mail: chunfeng-1@163.com。

## Research on the Effects of Biochar on Soil Carbon Pool

QI Hong-ling<sup>1</sup>, XU Li-ying<sup>1</sup>, WANG Li-feng<sup>1</sup>, LI Yun<sup>1</sup>, SAI Zi-lin<sup>1</sup>, ZHOU Xiu-ling<sup>2</sup>, TAN Hong-yu<sup>3</sup>, LI Shuai-bing<sup>4</sup>

(1. Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157011, China; 2. Heilongjiang Branch, China National Tobacco Corporation, Harbin 150000, China; 3. Harbin Tobacco Company, Heilongjiang Tobacco Company, Harbin 150001, China; 4. Mudanjiang Tobacco Company, Heilongjiang Tobacco Company, Mudanjiang 157011, China)

**Abstract:** Biochar is a kind of carbon-rich solid material. When it is added to the soil, it can store carbon and play an important role in increasing the carbon pool capacity and stabilizing the soil carbon pool. In order to further improve farmland soil, increase soil carbon storage, this paper reviewed the research on the effects of biochar on soil organic carbon pool and inorganic carbon pool. The future research directions and emphases of biochar were prospected, and it is suggested that the future research should first focus on specific soil environmental conditions, select appropriate biochar types and application amounts, and predict whether the application of biochar will bring negative problems; Second, in-depth study of the changes in the structure and properties of biochar after application, the mechanism of stability, and the law of influence on different soil carbon components; Third, the database of the effect of biochar on soil carbon pool was established, on the one hand, it is helpful to sum up the law of the influence of biochar on various components of soil carbon pools, on the other hand, it can provide a more convenient reference for future related research.

**Keywords:** biochar; soil; organic carbon pool; inorganic carbon pool; different carbon components