
SEL

生物炭对作物产量和土壤质量潜在影响的全球分析

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32163.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

SEL 生物炭对作物产量和土壤质量潜在影响的全球分析。论文标题：Global analysis on potential effects of biochar on crop yields and soil quality

期刊：Soil Ecology Letters

作者：Zhichao Xu, Run Zhou, Guoren Xu

发表时间：11 Oct 2024

DOI：10.1007/s42832-024-0267-x

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)

Global analysis on potential effects of biochar on crop yields and soil quality

Zhichao Xu, Run Zhou, Guoren Xu*

College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 101408, China

* Corresponding author. E-mail: xgr099@outlook.com (G. Xu)

Received July 6, 2024; Revised September 9, 2024; Accepted October 11, 2024

© Higher Education Press 2024

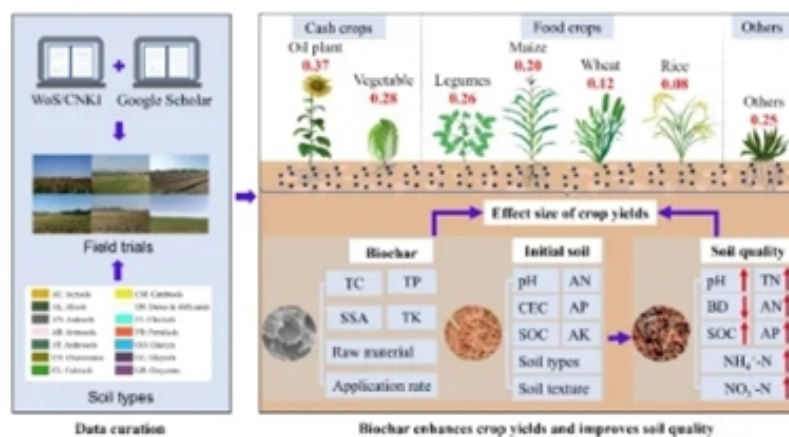
ABSTRACT

• Biochar with a higher total phosphorus concentration ($\geq 1.0\%$), total carbon concentration ($\geq 70\%$), and specific surface area ($\geq 50 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) were optimal for improving crop yields.

• Greater yield increases were observed in the soil with acidic, sandy or clay soils than alkaline or loam soils.

• The addition of biochar boosted crop yields in low-fertility soils.

• Biochar application to soil improved the soil quality by increasing soil organic carbon, total N, and pH, while decreasing soil bulk density.



Biochar has been widely used for soil improvement, but uncertain results persist due to diverse biochar characteristics, soil properties, and crop responses. Therefore, the effects of biochar on crop yields and soil quality were evaluated using effect size method from 1011 paired data points from field trials, based on a global meta-analysis method. The results indicated that biochar with a higher total phosphorus concentration ($\geq 1.0\%$), total carbon concentration ($\geq 70\%$), and specific surface area ($\geq 50 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) were optimal for improving crop yields. For improving crop yields, biochar made from manure (effect size, 42%) outperformed that made from ligneous (22%) or cereal (12%) material. Porous, acidic, or young soil types were optimal for biochar application, while sandy and clay soils were preferred over loam soil. Soils with lower available nitrogen ($< 80 \text{ mg kg}^{-1}$), phosphorus ($< 10 \text{ mg kg}^{-1}$), potassium ($< 120 \text{ mg kg}^{-1}$), pH (< 4.5), and cation exchange capacity ($< 10 \text{ cmol kg}^{-1}$) were more effective on crop yield increases. The effect of biochar on yield was higher for cash crops (oil plants: 37%, vegetables: 28%) compared to food crops (legumes: 26%, maize: 20%, wheat: 12%, rice: 6%), but with no significant effect observed on rice ($P=0.788$). Finally, biochar increases crop yields by improving soil quality through enhanced levels of soil organic carbon, total

生物炭因为其物理性质（疏松多孔结构，比表面积大），化学性质（富含稳定碳含量）和农学特性（pH碱性，矿质养分）等，被广泛用于土壤改良。然而，生物炭属性，土壤属性，和作物类型，三者之间的复杂关系往往不匹配。使得不同人的研究结果，往往不一致。基于此，本章收集了全球生物炭土壤改良野外试验数据，采取荟萃分析的方法，试图从宏观大尺度的角度，回答以下两个问题。（1）识别哪些生物炭属性或土壤属性对提高主要的作物类型产量最有效；（2）评估生物炭是否能提高不同土壤质量的关键指标。

目前，国内外关于生物炭土壤改良的研究，主要涵盖了六个方面。（1）生物炭施用对不同作物产量（植物生物量）的影响。（2）生物炭施用对土壤理化性质和生物特性的影响。（3）生物炭与化肥配施的效果。（4）生物炭施用对土壤碳库的影响。（5）生物炭施用对作物产量和土壤质量的空间异质性（空间尺度）的研究。（6）生物炭短期施用和长期施用（时间尺度）对作物产量和土壤的影响。其中，由于土壤类型在空间上，性质差异巨大，野外田间实验年限受限，生物

炭土壤改良的空间异质性（空间尺度）和长期与短期效应（时间尺度），是出现争议性结果最多的两个方面。

本研究采用荟萃分析方法，利用来自全球田间试验的1011个配对数据，评估了生物炭对作物产量和土壤质量的影响。全球荟萃分析结果表明：从生物炭属性上看，全磷大于等于1.0%、全碳大于等于70%，比表面积大于等于50 m² g⁻¹的生物炭，在作物增产上效果较好。从生物炭原材料看，在提高作物产量方面，畜禽粪便制成的生物炭（效应值42%）优于木质（22%）和谷类作物（12%）制成的生物炭。从土壤类型和质地上看，具备多孔的、酸性的或发育比较年轻的土壤，施用生物炭增产效果最好；沙质土和粘土效果优于壤土。从土壤理化属性上看，生物炭施用在速效氮小于80 mg kg⁻¹、速效磷小于10 mg kg⁻¹、速效钾小于120 mg kg⁻¹、pH值小于4.5和阳离子交换容量小于10 cmol kg⁻¹的土壤，对作物增产更加有效。从作物类型上看，生物炭施用对经济作物（油料植物：37%、蔬菜：28%）的产量提升最大，其次是粮食作物（豆类：26%、玉米：20%、小麦：12%、水稻：6%），其中，对水稻产量的影响不显著（P=0.788）。生物炭施用通过提高土壤的有机碳、全氮、铵态氮、硝态氮和土壤pH值，降低土壤容重，来改善土壤质量，从而提高作物产量。

本研究加深了读者对生物炭-土壤-作物三者之间关系的理解。然而，在全球尺度和区域尺度上，生物炭土地利用的结果仍旧存在空间异质性。如何定量化生物炭-土壤-作物三者之间关系，实现依据不同土壤类型和作物类型定制生物炭，是未来研究的重点方向。

作者及团队介绍

徐志超（第一作者），中国科学院大学2019级博士研究生，研究方向生物炭土壤改良。

许国仁（通讯作者），入选首批国家高层次人才计划；教育部新世纪优秀人才；国际水协（IWA）污泥专家委员会秘书长；国际标准化委员会（ISO）污泥专业委员会工作组召集人。国际水协（IWA）全球创新荣誉奖；国家技术发明二等奖等

SEL虚拟专辑文章合集

土壤生物地球化学循环

14. 细菌和原生生物群落驱动枇杷园土壤养分循环和果实产量
13. 森林土壤微生物残体碳：空间格局和驱动因素的全球整合分析
12. 丰富物种携带的独特基因促进青藏高原生长季节CH₄的排放速率
11. 土壤细菌群落的地理分布特征（中国）及其与土地类型和土壤有机碳含量的关联
10. 施氮和生物炭添加对土壤无机碳源CO₂排放的影响
9. 侵蚀对中国东北黑土土壤微生物碳利用效率的影响
8. 生物炭和生物风化矿粉通过碱化土壤增强无机碳固存

-
7. 土壤微生物碳利用效率对气候变暖的响应
 6. 长期增温对青藏高原土壤生态酶活性及初始微生物养分限制无影响
 5. 氮添加对白羊草地群落中不同功能物种植物-土壤-微生物化学计量特征的影响
 4. 土壤磷决定了退耕还林过程丰富和稀有细菌群落的独特构建策略
 3. 不同施肥对稻田土壤氧氮氧化活性、丰度及群落组成的影响
 2. 土壤总氮矿化的根际效应：整合分析
 1. 水稻生育期二氧化碳升高和氮肥施用对收获后土壤团聚体中根际沉积碳去向的影响

土壤微生物生态学

17. 雪岳山土壤微生物共存网络及其随海拔的变化动态：生物和非生物因素对细菌和真菌共存网络形成的影响
16. 重新审视土壤真菌生物标志物和转换因子：磷脂脂肪酸、麦角固醇和 rDNA 拷贝数的种间差异
15. 施用猪粪的潮土比黑土和红土呈现出更高的抗生素耐药菌风险
14. 利用人工合成群落降低除草剂的使用
13. 高氮肥投入提高了稻田土壤微生物网络的复杂性
12. 不同芽孢杆菌菌株生长速率及抗氧化系统对酸胁迫的差异响应
11. 有机碳源多样性通过生态位调节激活土壤微生物群落功能
10. 相比化肥或有机肥单施，有机-无机配施建立了更稳定的土壤和根际微生物网络
9. 重新认识菌根：菌根真的如普遍认为的那样重要吗？
8. 土壤pH驱动紫金山小海拔尺度下土壤细菌群落的分异
7. 一平方米的土壤中生活着多少种细菌和古菌？
6. 土壤颗粒和水分相关因子驱动了锡林河流域河床-河漫滩-阶地连续体细菌群落的分异
5. 长期秸秆还田影响土壤细菌群落与硅形态相互转化的关系及提高水稻产量
4. 间作系统中丛枝菌根真菌的作用与变化

3. 细菌和真核生物群落的相互作用可能对对虾养殖池塘土壤生态系统的贡献

2. 不同农艺措施对根际和根区土壤细菌群落的影响

1. 植物通过根系分泌物招募假单孢菌协助抵抗地上部病原菌侵染

土壤污染与修复

13. 水稻根际微生物群落对镉污染土壤原位修复的响应差异

12. 脱硫石膏和三叶草种植对滨海盐渍枣园土壤及冬枣品质的影响研究

11. 长期覆盖农田土壤中塑料残膜的分布特征

10. 微塑料对水稻根际碳氮磷水解酶活性及其空间分布的影响

9. 黄土高原土壤微生物介导的酶促进了采后复垦人工林的次生演替

8. 结合宏基因组学评估消毒剂使用对土壤微生态的潜在风险

7. 新型生物炭物理结构和化学组成变化对水溶液中铜的吸附影响和机理研究

6. 重金属污染增加土壤微生物碳限制:来自生态酶化学计量学的证据

5. 两种水稻根系Cd胁迫响应的表型和代谢组学分析

4. 改性粉煤灰对Cd和Pb污染土壤的修复

3. 有机磷系阻燃剂在土壤-植物体系中的环境行为和生态效应

2. 性激素在水-土或沉积物体系中的吸附-解吸

1. 重金属污染土壤热固化修复再利用生态风险和人体健康风险评估方法体系构建

土壤动物及其生态功能

10. 免耕增加土壤微节肢动物丰度——基于全球尺度数据

9. 新引物可显著提高在土壤线虫群落宏条形码鉴定效果

8. 氮磷添加对大豆农田土壤线虫的影响

7. 低密度聚乙烯微塑料 (LDPE) 部分缓解重金属镉暴露对蚯蚓的生态毒理效应

6. 数据库和引物的选择对长白山不同植被土壤线虫群落组成的影响

-
5. 在微田间实验中施肥和杂草物种丰富度对土壤线虫群落影响
 4. 植物资源输入对土壤线虫能量通量的影响受气候和植物资源类型的影响
 3. 黑土农田区域和局域尺度蜘蛛、甲虫和蚂蚁的beta多样性分析
 2. 纳米银在土壤动物食物链中积累和转移的潜在风险及对N元素传递的影响
 1. 蚯蚓在长期免耕土壤中促进了根系来源碳向土壤大团聚体的累积

期刊简介

Soil Ecology Letters(SEL) 由高等教育出版社与中国科学院城市环境研究所共同主办，Springer Nature海外发行。报道领域包括：土壤生物多样性、土壤互营和食物网、土壤微生物组、土壤—植物相互作用、土壤生物地球化学循环、土壤生物修复和恢复、土壤多功能性、土壤生物对环境变化的响应和适应、土壤生态过程的突破性技术、新理论和模型。栏目包括但不限于：letter to editor, perspective, review, rapid report, research article, commentary, SEL digest。

出版模式

快速出版：加速审稿，以CAP模式快速发表。

出版费用：免一切费用，包括审稿费、彩图费、出版印刷费等。

全文国内免费获取。

收录

ESCI, SCOPUS, CSCD核心库, BIOSIS, Geobase, Biological Abstracts, Google Scholar等。

绿色通道

SEL优先快速发表高质量论文。如需快速抢发的优秀论文，可直接与编辑部联系SEL@pub.hep.cn，主编将亲自处。

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发