

两种生物炭对植烟土壤生物学特性的影响

叶协锋¹, 于晓娜¹, 李志鹏¹, 周涵君¹, 张晓帆¹, 宋显锋², 付仲毅¹, 凌天孝¹, 郑好¹

1 河南农业大学烟草学院, 国家烟草栽培生理生化研究基地, 烟草行业烟草栽培重点实验室, 河南郑州 450002;

2 河南省烟草公司郑县分公司, 河南郑县 467100

摘要: 目的: 研究花生壳生物炭和烟秆生物炭对植烟土壤生物学特性的影响。方法: 选用品种为中烟 100, 在河南郑县开展大田试验。试验设四个处理, 分别为: CK 不施肥、T1 为常规施肥、T2 为花生壳生物炭 + 常规施肥、T3 为烟秆生物炭 + 常规施肥, 生物炭的用量均为 6000kg/hm²。结果表明: 施用生物炭增加了植烟土壤细菌数量, 尤其是在移栽后 45d ~ 75d, 细菌数量提高幅度较大; 施用生物炭增加了土壤真菌数量, 烟秆生物炭在烟株生长前期作用明显, 而花生壳生物炭在烟株生长后期作用明显; 施用烟秆生物炭有增加放线菌数量的趋势, 而花生壳生物炭对放线菌数量影响不明显。施用花生壳生物炭增加了植烟土壤微生物生物量碳含量, 而烟秆生物炭降低了烟株生长后期的微生物生物量碳含量; 施用烟秆生物炭增加了微生物生物量氮含量。施用生物炭增加了前期微生物生物量碳和微生物生物量氮的比值, 降低了后期微生物生物量碳和微生物生物量氮的比值。施用生物炭增加了植烟土壤全碳和全氮含量, 以花生壳生物炭效果明显。结论: 施用花生壳生物炭和烟秆生物炭对植烟土壤的生物学特性有较好的改良作用。

关键词: 生物炭; 植烟土壤; 生物学特性

引用本文: 叶协锋, 于晓娜, 李志鹏, 等. 两种生物炭对植烟土壤生物学特性的影响 [J]. 中国烟草学报, 2016,22 (6)

近年来, biochar 一词在农林、环境及能源诸多领域研究中频频出现, 而且愈演愈热^[1]。生物炭是在高温无氧条件下热解产生的一类含碳量极其丰富、具有发达的孔隙结构的固态物质。生物炭是有机碳含量高、多孔性、碱性、吸附能力强、多用途的材料^[2], 施入土壤能够提高土壤有机碳含量, 改善土壤保水、保肥性能, 减少养分损失, 有益于土壤微生物栖息和活动^[3], 是良好的土壤改良剂。生物炭的取材一般来自于农业废弃物, 如麦秆, 烟秆等。中国每年产生的大量秸秆多被焚毁, 不但脱离农业循环而且产生大量温室气体, 污染空气, 这也是加剧目前全国热点环境问题——雾霾的一个主要原因。因此, 减少秸秆焚烧, 进行生物炭制备很大程度上可以解决可持续发展、节能降耗、环境保护与治理等领域面临的复杂问题^[4-7]。

烟草是不耐连作的作物, 连作病害严重发生, 连作时间过长引起土壤养分严重失调而降低烟叶产量和品质^[8-10]。烟草生产在产出大量烟叶的同时, 也产出

巨量的烟秆, 如何合理利用烟秆进行土壤改良是烟草生产的重要课题之一。作者此前曾对烟草秸秆的元素组成^[11], 及烟秆生物炭的理化特性^[12]进行了分析, 为本文奠定了较好的基础。

本文采用田间试验, 研究添加花生壳生物炭和烟秆生物炭对植烟土壤生物学特性的影响, 以期生物炭改良烟田土壤提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2014 年在河南省郑县进行。试验设四个处理: CK 为不施肥, 处理 T1 为常规施肥, 处理 T2 为常规施肥 + 花生壳生物炭 (450℃ 条件下低氧热解, 以下简称“花生壳炭”), 处理 T3 为常规施肥 + 烟秆生物炭 (450℃ 条件下低氧热解, 以下简称“烟秆炭”)。花生壳炭与烟秆炭的用法用量均为 5250kg/hm² (撒施) + 750kg/hm² (穴施)。常规施肥纯氮用量为 52.5kg/hm², N:P₂O₅:K₂O=1:2:3。每个处

基金项目: 烟草行业烟草栽培重点实验室资助项目“植烟土壤肥力培育及提高肥料利用率技术研究” (中烟办 [2014]334 号); 河南省烟草公司资助项目“秸秆生物质炭对土壤—烤烟养分高效协同利用机制研究” (HYKJ201301)

作者简介: 叶协锋 (1979—), 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事烟草栽培生理和土壤改良研究, Email: yexiefeng@163.com

收稿日期: 2015-12-04

理小区面积为 86.4m²，重复 3 次，随机排列。移栽前一个月将生物炭撒匀后机械翻地，深度为 0~20cm，然后起垄。移栽时进行生物炭穴施。供试品种为中烟

100。其他管理措施与当地优质烟叶生产管理措施相同。试验地土壤基础肥力和生物炭理化特性见表 1 和表 2。

表 1 试验田土壤基础肥力

Tab.1 Basic soil fertility of experimental field

碱解氮 / (mg·kg ⁻¹)	速效磷 / (mg·kg ⁻¹)	速效钾 / (mg·kg ⁻¹)	有机质 / (g·kg ⁻¹)	pH
83.30	28.50	210.40	16.30	7.20

表 2 生物质炭的理化性质

Tab. 2 Physical and chemical properties of biochar

生物炭	pH	全碳 / %	无机碳浓度 / (mol·L ⁻¹)	CEC / (cmol·kg ⁻¹)
花生壳炭	7.17	42.03	0.0070	93.91
烟秆炭	9.67	23.97	0.0164	85.65

1.2 测定指标与方法

分别于移栽后 30d、45d、60d、75d、90d 和 105d 采集烟株根系附近土壤。将样品混匀后分成二份，一份鲜样于 4℃ 保存，进行微生物计数测定，另一份于 -4℃ 保存用于微生物生物量碳和微生物生物量氮测定。样品在测定的同时采用烘干法测定土壤含水率^[13]。剩余土样风干过 100 目筛用于测定土壤全碳和全氮。

土壤微生物数量的测定采用不同培养基按稀释平板法进行微生物培养计数^[14-15]，细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基：牛肉膏 5g；蛋白胨 10 g；NaCl 5g；琼脂 17~20 g；水 1000 mL；pH7.0~7.2；121℃、20 min 灭菌；真菌采用马丁氏琼脂培养基：葡萄糖 10 g；蛋白胨 5 g；KH₂PO₄ 1g；MgSO₄·7H₂O 0.5g；孟加拉红水溶液（1/3000）100 mL；琼脂 17~20 g；pH 7.0~7.2；蒸馏水 800 mL；121℃、20 min 灭菌。出锅后在无菌条件下加入 200 mL 含链霉素 0.03% 的无菌液；放线菌采用高氏 1 号培养基：可溶性淀粉 20 g；KNO₃ 1 g；FeSO₄·7H₂O 0.01 g；KH₂PO₄ 0.5g；MgSO₄·7H₂O 0.5g；NaCl 0.5g；琼脂 17~20 g；蒸馏水 1000

mL；临用时加入 3% K₂CrO₇ 液 3.3mL，pH7.2~7.4。每个处理重复三次，接种后的培养皿放在 28℃ 培养箱中培养，细菌培养时间为 12h~24h、真菌培养时间为 3d~4d，放线菌培养时间为 5d~7d。菌落计数计算公式：每克干土中的菌数 = 菌落平均数 × 稀释倍数 / 土样质量 × 烘干后土样质量 / 原始土样质量。

土壤微生物生物量碳和微生物生物量氮的测定前仔细去除土壤中的植物残体，过筛（<2mm）并混匀。将土壤置于密封的塑料桶内，在 25℃ 下预培养 7~15 d，桶内放置适量水以保持相对湿度为 100%，并放一小杯 1 mol/L NaOH 溶液以吸收释放的 CO₂。然后采用氯仿熏蒸法^[16]测定土壤微生物生物量碳和微生物生物量氮。

土壤全碳和全氮采用元素分析仪进行分析（Vario Macro Cube, Elementar 大进样量元素分析仪，德国 Elementar 公司）。

1.3 数据处理与分析

数据处理采用 SPSS13.0 和 Excel2007 进行。

表 3 生物炭对植烟土壤细菌的影响 ($\times 10^6 \text{cfu}\cdot\text{g}^{-1}$ 干土)

Tab. 3 Effect of biochar application on bacteria in soil

	30d	45d	60d	75d	90d	105d
CK	24.77ab	19.25c	33.54c	39.53d	5.38c	23.88a
T1	26.85a	27.29c	33.30c	88.92c	71.97ab	14.87b
T2	20.45b	162.95a	126.91b	136.47b	82.72a	9.24c
T3	31.32a	138.19b	234.46a	236.31a	61.10b	17.61ab

注: 每组同列的不同字母表示差异显著性水平, 小写字母为 5% 显著水平。下同。Different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level. The same hereafter.

2 结果分析

2.1 生物炭对土壤微生物数量的影响

如表 3 所示, 除处理 CK 外, 细菌数量在整个大田生育期表现为先增加后减少。CK、处理 T1、处理

T3 均在移栽后 75d 达到最大, 此时的细菌数量表现为 $T3 > T2 > T1 > CK$, 处理 T2 在移栽后 45d 达到最大。移栽后 75d 到 105d 天, 细菌数量开始明显下降。

表 4 生物炭对植烟土壤真菌的影响 ($\times 10^6 \text{cfu}\cdot\text{g}^{-1}$ 干土)

Tab. 4 Effect of biochar application on fungal quantity in soil

处理	30d	45d	60d	75d	90d	105d
CK	0.52a	0.20bc	0.15b	0.13b	0.17b	1.82b
T1	0.10c	0.19c	0.20a	0.15ab	0.14bc	1.66c
T2	0.15c	0.24b	0.18ab	0.15ab	0.49a	2.53a
T3	0.29b	0.57a	0.20a	0.16a	0.16b	1.60c

由表 4 可知, 移栽后 30d 到 45d, 除 CK 真菌数量略有下降以外, 其它处理均有所增加; 在 45d 时, 真菌数量表现为 $T3 > T2 > CK > T1$ 。移栽后 45d 到 75d, 除 T1 外, 其它处理真菌数量均逐步下降, 在移栽后 75d 时真菌数量表现为 $T3 > T2 = T1 > CK$ 。移栽后

75d 到 105d, 各处理真菌数量整体提高, 尤其是在移栽后 90d 到 105d 之间, 真菌数量增长较快。施用生物炭增加了土壤真菌数量, 烟秆炭在烟株生长前期作用明显, 而花生壳炭在烟株生长后期作用明显。

表 5 生物炭对植烟土壤放线菌的影响 ($\times 10^6 \text{cfu}\cdot\text{g}^{-1}$ 干土)

Tab. 5 Effect of biochar application on actinomycetes quantity in soil

处理	30d	45d	60d	75d	90d	105d
CK	2.34bc	2.82c	5.87b	5.46b	7.56b	6.65c
T1	1.56c	7.34b	8.03a	4.39b	8.24b	9.95a
T2	2.92b	7.08b	5.95b	4.91b	7.65b	8.35b
T3	3.70a	8.24a	7.92a	7.37a	12.55a	7.60b

如表 5 所示, 与 CK 相比, 施用生物炭明显增加了土壤放线菌数量。从移栽后 30d 到 45d, 各处理放线菌数量均有所增加, 但从移栽后 45d 到 75d, CK 和处理 T1 放线菌数量表现出先增加后下降, 处理 T2 和 T3 则逐步下降。移栽后 75d 到 105d, 处理 T1 和 T2 放线菌数量逐渐增加, CK 和处理 T3 则在 105d 时略有下降。施用烟秆炭有增加放线菌数量的趋势, 而花生壳炭对放线菌数量影响不明显。

2.2 生物炭对植烟土壤微生物生物量碳 (MBC) 和微生物生物量氮 (MBN) 的影响

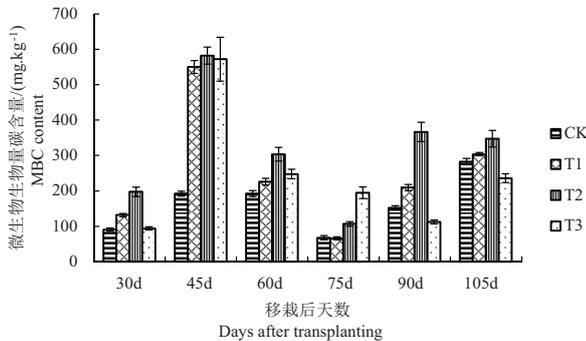


图 1 生物炭对植烟土壤微生物生物量碳含量的影响

Fig.1 Effect of biochar application on MBC content in soil

由图 1 所示, 植烟土壤 MBC 含量呈现出先增加后降低再增加的趋势, 峰值分别在移栽后 45d 和 105d 时出现, 且以移栽后 45d 时含量最高。在移栽后 45d 时, MBC 含量 T2>T3>T1>CK。CK、处理 T1 和 T2 的最小值出现在移栽后 75d, 而处理 T3 的最小值出现在移栽后 90d。在 105 天时, T2>T1>CK>T3。施用花生壳炭增加了植烟土壤微生物量碳含量, 而烟秆炭降低了烟株生长后期的微生物量碳含量。

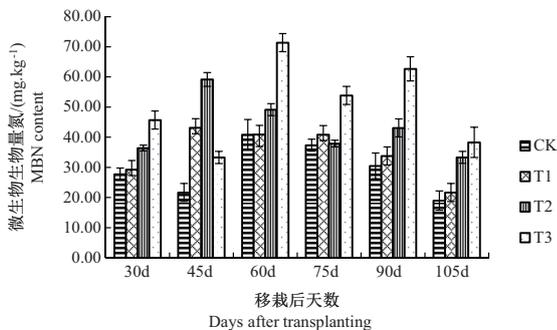


图 2 生物炭对植烟土壤微生物生物量氮的影响

Fig.2 Effect of biochar application on MBN content in soil

由图 2 所示, 各处理植烟土壤 MBN 的含量均表现为先增加后降低的趋势。处理 T1 和 T2 的最大值出现在移栽后 45d; CK 和处理 T3 的最大值出现在移栽后 60d。与 CK 相比, 施用生物炭明显增加了植烟土壤 MBN 含量; 与处理 T1 相比, 施用生物炭有增加植烟土壤 MBN 含量的趋势, 尤其以烟秆炭增加趋势更明显。

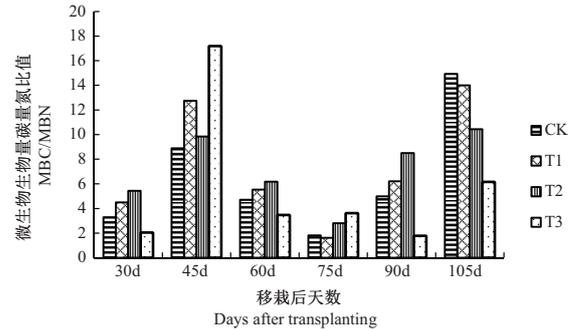


图 3 生物炭对植烟土壤微生物生物量碳与生物量氮比值的影响

Fig.3 Effect of biochar application on ration between MBC and MBN of flue-cured tobacco in soil

如图 3 所示, 随着烟草的生长发育, 土壤 MBC/MBN 呈现出“M”型升降变化趋势, 这与土壤 MBC 的变化规律相对应。整体看, 施用生物炭有增加土壤 MBC/MBN 比值的趋势, 其中移栽后 30d、60d、75d、90d 时处理 T2 的 MBC/MBN 高于 CK 和处理 T1, 移栽后 45d 和 75d 时处理 T3 的 MBC/MBN 高于 CK 和处理 T1。在烤烟生育后期, 即移栽后 105d 时, 施用生物炭降低了土壤 MBC/MBN 的比值。施用生物炭增加了前期 MBC/MBN 的比值, 降低了后期 MBC/MBN 的比值。

2.3 生物炭对植烟土壤全碳和全氮含量的影响

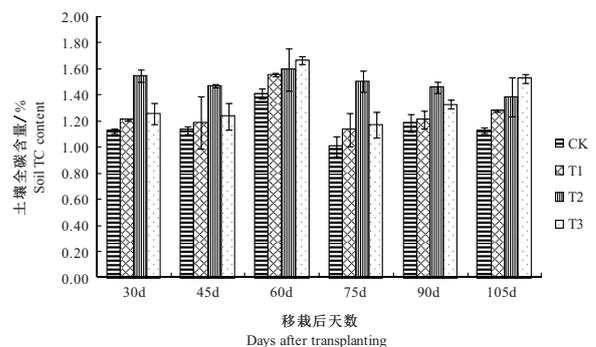


图 4 生物炭对植烟土壤全碳含量的影响

Fig.4 Effect of biochar application on total carbon content of flue-cured tobacco in soil

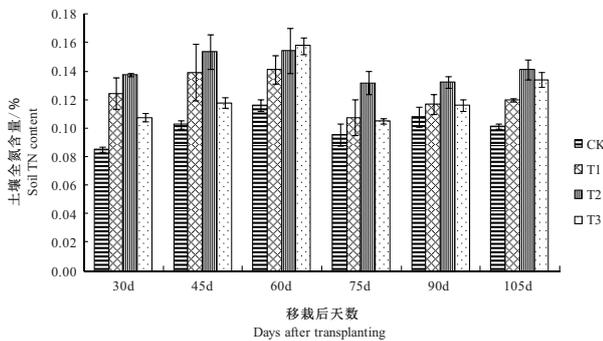


图5 生物炭对植烟土壤全氮含量的影响

Fig.5 Effect of biochar application on total nitrogen content of flue-cured tobacco in soil

由图4和图5可知,土壤全碳和全氮含量均有先升高后下降再升高的趋势。除移栽后30d时处理T3的土壤全氮含量低于处理T1,其他时期处理T2和T3的土壤全氮含量都高于CK和处理T1。处理T2的土壤全碳和全氮含量均优于处理T3,即施用花生壳炭对土壤全碳和全氮含量的效果优于烟秆炭。

3 讨论

烟田施入生物炭明显改善了土壤微生物的数量,原因可能是生物炭发达的孔隙结构和较大的比表面积对水肥有强烈的吸附作用^[17],改善了土壤的物理性质^[18],为微生物生存提供了良好环境;同时,生物炭可以提高土壤的盐基饱和度^[19],以及其较高的阳离子交换量对提高土壤肥力与生产性能具有重要作用,进而影响土壤微生物的总量^[20];并且土壤中添加生物炭可以明显改变土壤酶活性^[21],影响微生物的生长繁殖。施用花生壳炭和烟秆炭对土壤微生物的影响是不同的,这可能是生物炭原材料组成和结构差异所致。

Lehmann等^[22]指出由于作为生物炭制备材料的植物生物质中含有水分、纤维素和木质素等组分不同,所以相同裂解温度下这些组分的热解程度有较大差异。随着裂解温度升高,秸秆中有机质被逐渐热解,生物炭表面结构发生明显变化,比表面积增大,且发育出更多的微孔结构。烤烟秸秆中有机碳为45.02%,纤维素含量为43.45%^[11],花生壳中纤维素含量为28.9%^[23],两种秸秆有机质等含量区别较大,所以在裂解过程中生物质炭的表面结构就会有所差异。

土壤微生物生物量碳在土壤碳库中所占比例很小,一般只占土壤有机碳全量的1%~4%,但对土壤有效养分而言,却是一个很大的给源和库存^[24-25]。施用花

生壳炭增加了植烟土壤微生物量碳含量, Galvez等^[26]和许涛等^[27]研究发现,生物炭可以提高微生物生物量碳的含量,与本研究结果相一致。而烟秆炭降低了烟株生长后期的微生物生物量碳含量,增加了微生物生物量氮含量。土壤微生物生物量氮对土壤氮素有效性有重要影响,也是土壤碱解氮的重要来源之一^[26]。本研究结果表明,烟秆炭对微生物生物量氮有明显提高,表明有较多的氮素通过同化作用进入微生物体内暂时固定,从而减少通过 NH_3 挥发和 NO_3^- 的淋失以及反硝化脱氮等途径的氮素损失^[20-22]。

土壤微生物生物量碳与微生物生物量氮的比值一般小于土壤碳氮比值,一定程度上也说明土壤微生物生物量氮是植物有效氮的重要储备^[25]。一般认为土壤微生物的组成不同会导致土壤微生物生物量碳与微生物生物量氮比值的变化。本试验中土壤微生物生物量碳与微生物生物量氮比值因施用生物炭种类的不同而有明显差异。土壤碳氮比值较高时会促进根系生长,在移栽后45d时,微生物生物量碳量与微生物生物量氮比值较大,可能也有促进根系发育的作用。

土壤全碳、全氮是影响土壤微生物生物量碳和微生物生物量氮的主要因素,因为土壤全碳和全氮是土壤微生物在进行自身合成与代谢过程中的主要碳源和氮源^[27]。土壤碳、氮处于矿质化和腐殖化的动态平衡过程,在种植作物后这种动态变化更加复杂。添加生物炭后促进土壤中微生物的生命活动,且根系在生长过程中分泌有机物质,以及细胞死亡脱落等,添加生物炭后也外源增加了碳、氮^[27]。本试验中,施加生物炭明显提高了土壤全碳全氮含量,以花生壳炭效果明显,这与生物炭高孔隙度结构和比表面积导致的强吸附性有关,生物炭的强吸附性增加了土壤的保肥保水效果,降低了淋溶土壤的营养损失^[25]。

4 结论

施用生物炭增加了土壤微生物数量,改善了土壤微生物生物量碳与微生物生物量氮含量,增加了土壤全碳和全氮含量。施用花生壳炭和烟秆炭对植烟土壤的生物学特性有较好的改良作用,但两者所产生的土壤改良效果略有不同。

参考文献

- [1] 何绪生, 耿增超, 余雕, 等. 生物炭生产与农用的意义及国内外动态 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(2):1-7.
HE Xusheng, GENG Zengchao, SHE Diao, et al. Implications of production and agricultural utilization of

- biochar and its international dynamic[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(2):1-7.
- [2] Koltun M, Harel Y M, Pasternak, et al. Impact of biochar application to soil on the root-associated bacterial community structure of fully developed greenhouse pepper plants[J]. Applied Environment Microbiology, 2011,77(14): 4924-4930.
- [3] Schulz H, Dunst G, Glaser B. Positive effects of composted biochar on plant growth and soil fertility[J]. Agronomy for Sustainable Development,2013, 33(4): 817-827.
- [4] 袁金华, 徐仁扣. 生物质炭的性质及其对土壤环境功能影响的研究进展 [J]. 生态环境学报, 2011,20(4):779-785. YUAN Jinhua, XU Renkou. Progress of the research on the properties of biochars and their influence on soil environmental functions[J]. Ecology and Environmental Sciences,2011,20(4):779-785.
- [5] Sohi S P, Krull E, Lopez-Capel E, et al. A Review of Biochar and Its Use and Function in Soil[J]. Advances in Agronomy, 2010, 105(10):47-82.
- [6] Zhang Linghong , Xu Chunbao, Champagne P. Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass[J]. Energy Conversion & Management, 2010, 51(5):969-982.
- [7] 刘玉学, 王耀锋, 吕豪豪, 等. 不同稻秆炭和竹炭施用水平对小青菜产量、品质以及土壤理化性质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(6): 1438-1444. LIU Yuxue, WANG Yaofeng, LV Haohao , et al. Effects of different application rates of rice straw biochar and bamboo biochar on yield and quality of greengrocery (Brassica chinensis) and soil properties[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2013, 19(6): 1438-1444.
- [8] 刘方, 何腾兵, 刘元生, 等. 长期连作黄壤烟地养分变化及其施肥效应分析 [J]. 烟草科技, 2002, 06(06). LIU Fang, HE Tengbing, LIU Yuansheng, et al. Nutrient changes of yellow soil successively planted flue -cured tobacco and its fertilization effect[J]. Tobacco Science &Technology, 2002, 06 (06).
- [9] 晋艳, 杨宇虹, 段玉琪, 等. 烤烟连作对烟叶产量和质量的影响研究初报 [J]. 烟草科技, 2002,174 (1) :41-45. JIN Yan, YANG Yuhong, DUAN Yuqi, et al. Influence of continuous cropping on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science &Technology, 2002,174 (1) :41-45.
- [10] 晋艳, 杨宇虹, 段玉琪, 等. 烤烟轮作、连作对烟叶产量质量的影响 [J]. 西南农业学报, 2004, 17(z1):267-271. JIN Yan, YANG Yuhong, DUAN Yuqi, et al. Effect of rotational cropping and continuous cropping on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Southwest China Journal of agricultural sciences, 2004, 17(z1):267-271.
- [11] 叶协锋, 刘红恩, 孟琦, 等. 不同类型烟秆化学组分分析 [J]. 烟草科技, 2013,46 (10) :76-79. YE Xiefeng, LIU Hongen, MENG Qi, et al. Comparison of chemical composition in stalks of different tobaccos[J]. Tobacco Science &Technology, 2013,46 (10) :76-79.
- [12] 叶协锋, 于晓娜, 孟琦, 等. 烤烟秸秆炭化后理化特性分析 [J]. 烟草科技, 2015,48 (5) :14-18. YE Xiefeng, YU Xiaona, MENG Qi, et al. Analysis of physical and chemical properties of carbonized tobacco stalks[J]. Tobacco Science &Technology, 2015,48 (5) :14-18.
- [13] 刘纯, 刘延坤, 金光泽. 小兴安岭 6 种森林类型土壤微生物量的季节变化特征 [J]. 生态学报, 2014,34(2):451-459. LIU Chun, LIU Yankun, JIN Guangze. Seasonal dynamics of soil microbial biomass in six forest types in Xiaoxing'an Mountains, China. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(2) : 451-459.
- [14] 姚槐应, 黄昌勇. 土壤微生物生态学及其实验技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006. YAO Huaiying, HUANG Changyong. Soil microbial ecology and its experimental technology[M]. Beijing: Science press, 2006.
- [15] 程丽娟, 薛泉宏. 微生物学实验技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 63-83. CHENG Lijuan, XUE Quanhong. Microbiology experiment technology[M]. Xi'an: The world book publishing company, 2000: 63-83.
- [16] 贾伟. 不同林龄马尾松人工林土壤微生物量碳氮含量变化规律研究 [J]. 现代农业科技, 2014, 10(10):164-165. JIA Wei. Change Regularity of Soil Microbial Biomass C and N in man-made forest of pinus massoniana at different ages[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2014, 10(10):164-165.
- [17] Warnock D D L J, Kuyper T W, Rillig M C. Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms[J]. Plant & Soil, 2007, 300(1-2):9-20.
- [18] 郭汉华, 易建华, 贾志红, 等. 施肥对烟草生长和根际土壤微生物数量的影响 [J]. 烟草科技, 2004, 06(06):40-42. GUO Hanhua, YI Jianhua, JIA Zhihua, et al. Effect of fertilization on tobacco growth and microbe quantity in rhizosphere soil[J]. Tobacco Science &Technology, 2004, 06 (06):40-42.
- [19] Glaser B, Lehmann J, Zech W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review[J]. Biology & Fertility of Soils, 2002, 35(4):219-230.
- [20] Steinbeiss S, Gleixner G, Antonietti M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2009, 41(6) : 1301-1310
- [21] 唐玉霞, 贾树龙, 孟春香, 等. 土壤微生物生物量氮研究综述 [J]. 中国生态农业学报, 2002,10 (2) : 76-78. TANG Yuxia, JIA Shulong, MENG Chunxiang, et al. A

- summary of soil microbial bio mass nitrogen[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2002,10 (2) : 76-78.
- [22] Lehmann J, Joseph S. Biochar for environmental management[J]. Science and Technology; Earthscan, 2009, 25(1):15801-15811(11).
- [23] 陈为健,程贤甦,陈跃先等. 硫酸法测定花生壳中木质素的含量 [J]. 闽江学院学报 ,2002,23(6):72-73,76. CHEN Weijian, CHENG Xiansu, CHEN Yuexian, et al. The method of sulfate acid to determinate the content of the peanut coat lignin[J]. Journal Of Minjiang University, 2002,23(6):72-73,76.
- [24] 韩晓日,郭鹏程,陈恩凤,等. 土壤微生物对施入肥料氮的固持及其动态研究 [J]. 土壤学报, 1998, 03 期 (3):412-418. HAN Xiaori, GUO Pengcheng, CHEN Enfeng, et al. Immobilization of fertilizer nitrogen by soil microbes and its changes[J]. Acta Pedologica Sinica, 1998, 03 (3):412-418.
- [25] Jenkinson D S, Ladd J N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover.[J]. Soil Biochemistry, 1981.
- [26] Galvez A, Sinicco T, Cayuela M L, et al. Short term effects of bioenergy by-products on soil C and N dynamics, nutrient availability and biochemical properties[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2012, 160(10):3-14.
- [27] 许涛. 2012. 竹炭对梨园土壤碳 - 氮 - 磷及微生物多样性的影响 [D]. 浙江大学硕士学位论文: 29-31. XU Tao. 2012. Effects of bamboo biochar on Carbon-Nitrogen-Phosphorus and microbial diversity in Pear Orchard Soil [D]. Master Dissertation of Zhejiang University : 29-31.

Effects of two biochars on biological characteristics of tobacco growing soil

YE Xiefeng¹, YU Xiaona¹, LI Zhipeng¹, ZHOU Hanjun¹, ZHANG Xiaofan¹, SONG Xianfeng², FU Zhongyi¹, LING Tianxiao¹, ZHENG Hao¹

¹ College of Tobacco Science, Henan Agricultural University/National Tobacco Cultivation and Physiology and Biochemistry Research Centre/Key Laboratory for Tobacco Cultivation of Tobacco Industry, Zhengzhou 450002, China;

² Jiaxian County Tobacco Company, Jiaxian 467100, Henan, China

Abstract: [Objective] This paper was to study the effect of peanut-shell-biochar and tobacco-stalk-biochar on biological characteristics of tobacco growing soil. [Methods] Field experiment was carried out in Jiaxian county of Henan province. Four treatments were tested, namely, CK : no fertilizer, T1 :conventional fertilizer, T2 :peanut-shell-biochar + T1, and T3 : tobacco-stalk-biochar + T1. The quantity of biochar was 6000 kg/hm². [Results] Biochar increased quantity of soil bacteria and fungi 45 d to 75 d after transplanting. Tobacco-stalk-biochar had obvious effect in former growth stage, and peanut-shell-biochar had obvious effect in later growth stage. Tobacco-stalk-biochar revealed a tendency to increase quantity of actinomycetes, but peanut-shell-biochar application had little influence on actinomycetes quantity. Application of peanut-shell-biochar could increase content of soil microbial biomass carbon (MBC) while tobacco-stalk-biochar application could decrease content of MBC in later growth stage. Tobacco-stalk-biochar application could increase content of microbial biomass nitrogen (MBN) in soil. Application of biochar could increase the ratio of MBC/MBN in former growth stage and decrease the ratio of MBC/MBN in later growth stage. Application of biochar could increase soil total carbon and total nitrogen content and peanut-shell-biochar application had better effect. [Conclusion] Peanut-shell-biochar and tobacco-stalk-biochar application had better effect in improving biological characteristics of tobacco growing soil.

Keywords: biochar; tobacco growing soil; biological characteristics

Citation: YE Xiefeng, YU Xiaona, LI Zhipeng, et al. Effects of two biochars on biological characteristics of tobacco growing soil [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2016, 22(6)