

炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤及烤烟生长发育的影响^①

谭 慧, 彭五星, 向必坤, 尹忠春, 孙玉晓, 施河丽*

(湖北省烟草公司恩施州公司, 湖北恩施 445000)

摘 要: 为了修复连作植烟土壤, 丰富生物质炭在烟草生产中的生态学效应, 加快烟草废弃物的综合利用, 选择连作 15 a、烟草青枯病发生严重的植烟土壤, 通过大田试验, 研究了炭化烟草秸秆对连作植烟土壤理化性状、微生物数量及烤烟生长发育的影响。结果表明, 在连作植烟土壤中添加 1 500 kg/hm² 炭化烟草秸秆, 有利于改善土壤理化性质和养分状况, 改变土壤微生物丰度, 进而促进烤烟的生长, 提高烟叶的产量, 增加植烟的收益。

关键词: 炭化烟草秸秆; 连作; 植烟土壤; 烤烟

中图分类号: S158 文献标识码: A

生物质炭是指生物有机材料(小薪柴、农作物秸秆、杂草、粪便等生物质)在缺氧及低氧环境中通过高温裂解后的固体产物, 碳含量极高^[1]。近年来生物质炭引起全球环境学家、土壤学家和农学家越来越多的关注^[2]。生物质炭在农业生态系统中的应用研究逐渐增多, 在消除土壤污染、改善土壤性能、提高农业系统的生产力方面表现出潜在的应用前景^[3]。烤烟是我国重要的经济作物, 年产烟叶 236 万 t, 相应要产出 236 万 t 烟杆(烟叶和烟杆的产量比为 1:1), 大量烟杆被丢弃或焚烧掉, 严重污染大气环境^[4]。常年的烟叶生产也造成了烟区土壤养分供应能力降低和土壤微生物环境恶化, 致使烟叶产质量降低^[5-7]。目前, 炭化烟草秸秆在烟草生产中的生态效应报道较少。为此, 作者在湖北恩施烟区开展了炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤影响的研究, 旨在进一步丰富生物质炭的生态学效应, 为加快农业废弃物的综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 品种及试验地的选择 在宣恩县晓关乡古路村进行, 选择连作 15 a、烟草青枯病发生严重的黄棕壤烟田进行试验, 供试烤烟品种为云烟 87。

1.1.2 炭化烟草秸秆 研究所用的炭化烟草秸秆为自制, 收集自然风干后的烟草秸秆(含水量约 30%)

备用, 将收集的烟草秸秆堆积成堆, 通过厌氧燃烧制备而成。其主要性状为: pH 10.54, 有机碳含量 811.2 g/kg, 速效氮含量 12.0 g/kg, 有效磷含量 4.0 g/kg, 速效钾含量 3.5 g/kg。自制的炭化烟草秸秆成本为 1 000 元/t。

1.2 试验设计

试验为单因素 2 水平随机区组设计, 3 次重复, 每小区植烟 60 株。处理分别为:T1:常规施肥 + 1 500 kg/hm² 炭化烟草秸秆; CK:常规施肥。在施肥前将炭化烟草秸秆均匀撒施到烟田, 并用旋耕机将炭化烟草秸秆与 0~30 cm 土层土壤进行均匀搅拌, 其他主要栽培技术参照“优质烤烟栽培技术规程”执行。

1.3 取样和分析测定

1.3.1 土壤样品采集 分别于烟苗移栽后第 30、60、90、120 天采集根系土样, 按照 5 点取样法采集烤烟根系周围 0~20 cm 耕层土样, 测定土壤中微生物的数量。在采烤结束后采集根系土样, 按照 5 点取样法采集烤烟根系周围 0~20 cm 耕层土样, 测定土壤理化性质。

1.3.2 土壤理化性质测定 采集的土壤样品自然风干后, 按照常规方法进行土壤基本理化性质的测定^[8]。其中含水量采用烘干法测定; 容重、总孔隙度、毛管孔隙度和通气孔隙度采用环刀法测定; pH 采用酸度计法测定; 有机质采用重铬酸钾外加热法测定; 碱解氮采用碱解扩散法测定; 有效磷采用 NaHCO₃ 浸提-

基金项目: 中国烟草总公司科技重点项目(110201202014、110201402016)资助。

* 通讯作者(154518720@qq.com)

作者简介: 谭慧(1979—), 男, 湖北恩施人, 专科, 主要从事烟草栽培与病虫害综合防治研究。E-mail: 1259528761@qq.com

钼酸铈比色法测定；速效钾采用 NH_4OAC 浸提-火焰光度法测定；交换性 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 采用 $1 \text{ mol/L NH}_4\text{OAC}$ 浸提-原子吸收分光光度法测定；交换性 K^+ 、 Na^+ 采用 $1 \text{ mol/L NH}_4\text{OAC}$ 浸提-火焰光度法测定；交换性盐基总量采用交换性 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 之和计算得出；阳离子交换量采用 $1 \text{ mol/L NH}_4\text{OAC}$ 交换法测定；盐基饱和度(BS)以土壤的交换性盐基总量(EB)占土壤阳离子交换量(CEC)的百分比表示。

1.3.3 土壤微生物数量测定 土壤细菌、真菌、放线菌和青枯菌数量采用室内恒温培养、计数的方法进行测定^[9-10]。细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基， 37°C 培养 2~3 d；放线菌采用高氏 1 号培养基， 28°C 培养 7~10 d；真菌采用 PDA 培养基， 28°C 培养 5~7 d。

1.4 烟株农艺性状测定

参照 YC/T 142-2010^[11] 分别于团棵期和成熟期测定烤烟株高、叶片数、茎围、最大叶面积等农艺性状。

1.5 烟草青枯病的发病情况调查

参照 GB/23222-2008《烟草病虫害分级及调查方

法》^[12]，采用小区普查的方式，分别在烟苗移栽后第 30、60、90、120 天调查各处理青枯病发病情况，并计算各处理发病率和防治效果。

1.6 烟叶产量和产值分析

不同处理单独采收、单独烘烤，烤后烟叶参照 GB 2635-92^[13] 记录各等级产量，计算单位面积产量、产值、上中等烟比例。

1.7 数据处理

试验数据用 Excel 2003 和 DPS 7.05 进行数据处理和统计分析。

2 结果

2.1 炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤物理性状的影响

由表 1 可知，炭化烟草秸秆还田对植烟土壤含水量、容重和孔隙度影响较大，与 CK 相比，差异均达到显著水平。说明炭化烟草秸秆还田显著提高了土壤含水量，降低了土壤容重，增加了孔隙度，改善了连作植烟土壤的物理性状。

表 1 炭化烟草秸秆对植烟土壤含水量、容重和孔隙度的影响

Table 1 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on soil moisture, bulk density and porosity

处理	土壤含水量(g/kg)	土壤容重(g/cm ³)	土壤总孔隙度(%)	土壤毛管孔隙度(%)	土壤通气孔隙度(%)
CK	224.3 bB	1.10 aA	57.81 bA	31.69 bB	24.08 bA
T1	245.4 aA	1.01 bB	60.78 aA	34.50 aA	28.27 aA

注：同列数据小写字母不同表示处理间差异达 $P < 0.05$ 显著水平，大写字母不同表示处理间差异达 $P < 0.01$ 显著水平，下同。

2.2 炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤 pH 和养分含量的影响

如表 2 所示，炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤的 pH 和养分含量存在一定的影响。与 CK 相比，T1 处理 pH 和养分含量有增加的趋势，且碱解氮、有效磷和速效钾含量呈显著增加的趋势。pH 比 CK 高 0.78，有机质含量较 CK 提高了 10.54%，碱解氮含量较 CK 提高了 35.77%，有效磷含量较 CK 提高了 97.09%，速效钾含量较 CK 提高了 50.70%。总体表明，炭化烟草秸秆还田明显降低了连作植烟土壤的酸度，增加了连作植烟土壤的有机质含量，显著提高连作植烟土壤速效养分的含量。

2.3 炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤交换性能的影响

炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤交换性盐基的影响主要与其含量有关。如表 3 所示，炭化烟草秸秆还田后，连作植烟土壤交换性盐基含量较 CK 均有所增加，盐基饱和度也有所提高。交换性钙、镁、钾和钠含量分别较 CK 提高了 32.30%、13.95%、32.21% 和 4.89%，且交换性钙、交换性镁含量与 CK 差异达到显著水平。炭化烟草秸秆还田不仅使交换性盐基总量增加，而且使植烟土壤的阳离子交换量也显著提高，较 CK 提高了 10%。

表 2 炭化烟草秸秆对植烟土壤 pH 和养分含量的影响

Table 2 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on soil pH and nutrient contents

处理	pH	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
CK	6.13 aA	29.61 aA	136.80 bA	43.16 bB	431.00 bA
T1	6.91 aA	32.73 aA	185.74 aA	85.01 aA	649.50 aA

表 3 炭化烟草秸秆对植烟土壤交换性能的影响
Table 3 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on soil exchange performance

处理	交换性钙 (cmol/kg)	交换性镁 (cmol/kg)	交换性钾 (cmol/kg)	交换性钠 (cmol/kg)	交换性盐基总量 (cmol/kg)	阳离子交换量 (cmol/kg)	盐基饱和度 (%)
CK	4.52 bA	0.86 bB	1.41 aA	0.41 aA	7.20 bA	13.40 bB	53.73 bB
T1	5.98 aA	0.98 aA	1.85 aA	0.43 aA	9.24 aA	14.74 aA	62.69 aA

2.4 炭化烟草秸秆还田对连作植烟土壤微生物区系的影响

由图 1 可知,两处理土壤中细菌数量变化趋势相似,在旺长期(移栽后 60 d)均达到峰值。总体来看,在整个烤烟生长发育期,与 CK 相比,T1 处理土壤中的细菌数量均有所增加。表明炭化烟草秸秆还田促进了烤烟根系土壤细菌的繁殖。

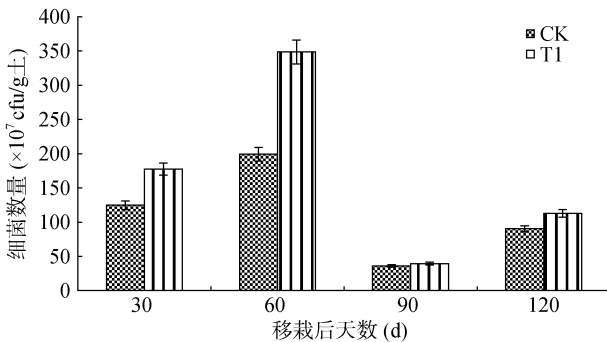


图 1 炭化烟草秸秆对烤烟根际土壤中细菌数量的影响
Fig. 1 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on rhizosphere soil bacteria population in different growth stages of flue-cured tobacco

图 2 结果表明,两处理土壤中放线菌数量在旺长期(移栽后 60 d)均达到较高值,然后急剧下降(移栽后 90 d),再缓慢上升(移栽后 120 d)。在整个烤烟生长发育期,T1 处理土壤中的放线菌数量较 CK 均有所增加。表明炭化烟草秸秆还田对土壤中放线菌生长有一定的促进作用。

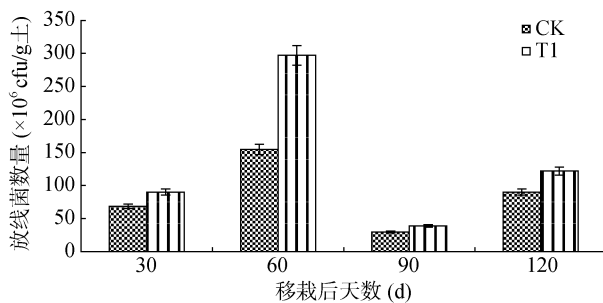


图 2 炭化烟草秸秆对烤烟根系土壤中放线菌数量的影响
Fig. 2 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on rhizosphere soil actinomycetes population in different growth stages of flue-cured tobacco

CK 处理土壤中的真菌数量变化波动较大,T1 处

理土壤中的真菌数量变化不大,两个处理均在旺长期(移栽后 60 d)达到峰值(图 3)。在整个烤烟生长发育期,T1 处理土壤中的真菌数量较 CK 均有所降低。说明炭化烟草秸秆还田降低了土壤中的真菌数量。

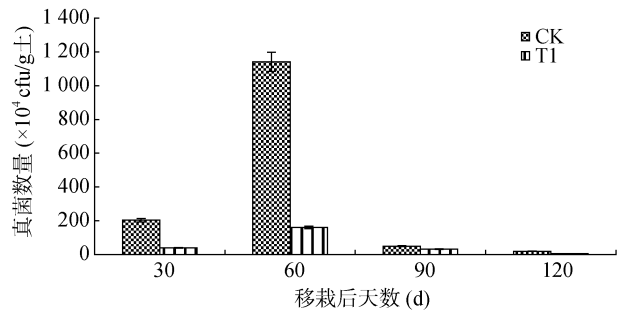


图 3 炭化烟草秸秆对烤烟根系土壤中真菌数量的影响
Fig. 3 Effect of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on rhizosphere soil fungi population in different growth stages of flue-cured tobacco

2.5 炭化烟草秸秆还田对烤烟生长发育的影响

由表 4 可知,炭化烟草秸秆还田,改善了团棵期烟株的株高、叶数和最大叶面积等农艺性状,株高和最大叶面积两个指标与 CK 差异达到显著水平。成熟期烟株的株高、叶数、最大叶面积和茎围等农艺性状指标比 CK 均高,但差异不显著。表明炭化烟草秸秆还田能促进烟株的生长。

2.6 炭化烟草秸秆还田对烟草青枯病的防治效果

从表 5、图 4 可以看出,CK 处理土壤中的青枯菌数量变化波动较大,在旺长期(移栽后 60 d)达到峰值;T1 处理土壤中的青枯病数量变化不大。在整个烤烟生长发育期,与 CK 相比,T1 处理显著降低烟草青枯病的发病率,T1 处理土壤中的青枯菌数量明显低于 CK。说明炭化烟草秸秆还田对防治烟草青枯病具有显著效果。

2.7 炭化烟草秸秆还田对烤烟经济性状的影响

烤后烟叶的经济性状显示,T1 处理产量、产值、均价及上中等烟比例等指标比 CK 均高,且产量指标存在显著差异(表 6)。说明炭化烟草秸秆还田能取得较好的经济效益。

3 讨论

炭化烟草秸秆作为生物质炭的一种,具有生物质

表 4 炭化烟草秸秆对烤烟生长发育的影响
Table 4 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on agronomic characters of flue-cured tobacco

处理	团棵期			成熟期			
	株高(cm)	叶片数	最大叶面积(cm ²)	叶片数	株高(cm)	最大叶面积(cm ²)	茎围(cm)
CK	19.22 b	8.56 a	321.76 b	18.22 a	110.33 a	1 324.47 a	10.17 a
T1	26.44 a	9.22 a	431.99 a	19.78 a	116.89 a	1 486.53 a	10.92 a

表 5 炭化烟草秸秆对烟草青枯病的防治效果
Table 5 Effect of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on control of tobacco bacterial wilt

处理	30 d		60 d		90 d		120 d	
	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数	发病率(%)	病情指数
CK	0	0	20.20 aA	2.24 aA	27.27 aA	12.68 aA	87.87 aA	60.49 aA
T1	0	0	8.08 bB	0.90 bB	12.12 bB	5.16 aA	51.51 bB	28.39 bB

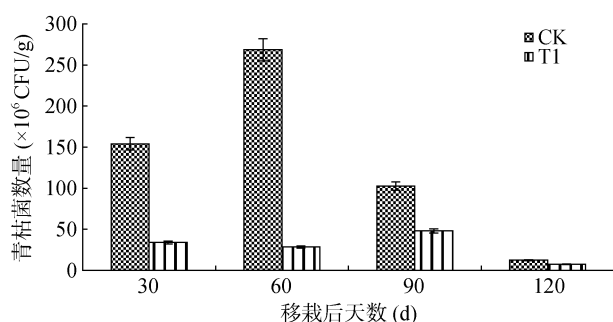


图 4 炭化烟草秸秆对烤烟根际土壤中青枯菌数量的影响
Fig. 4 Effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on *Ralstonia solanacearum* population in rhizosphere soil in different growth stages of flue-cured tobacco

炭的所有特性。生物质炭的高孔隙度和大表面积，对土壤物理性质有一定影响。黄超等^[14]研究表明红壤施用由小麦秸秆制成的生物质炭，能提高土壤水稳定性团聚体数量和土壤田间持水量，降低土壤容重。炭化烟草秸秆还田，显著提高了土壤含水量，降低了土壤容重，增加了土壤孔隙度，与前人的研

究结果一致。

施用生物质炭能提高土壤 pH 已经为不少研究所证实^[15-17]。连作植烟土壤一般酸化严重，pH 较低，因此可以用生物质炭来中和植烟土壤中的酸性物质，提高植烟土壤的 pH。而炭化烟草秸秆碱性物质的存在形态及其与土壤酸度的作用机制还有待于进一步研究。生物质炭含有较多的可溶性矿物养分，施入土壤后可提高土壤中的速效养分水平。试验结果表明，炭化烟草秸秆能够不同程度地增加连作植烟土壤的碱解氮、有效磷和速效钾含量。生物质炭的保肥效果来自于生物质炭对阳离子的吸附能力。Atkinson 等^[18]的研究认为，生物质炭施入土壤以后，其表面可能会氧化形成羧基、酚基、醌基，氧化后的生物质炭对土壤阳离子的吸附能力增强。Glaser 等^[19]的研究发现，加入竹炭可引起土壤交换性盐基离子明显增加。本试验与前人的研究结果一致，炭化烟草秸秆还田能提高植烟土壤盐基饱和度和阳离子交换量。

表 6 炭化烟草秸秆还田对烤烟经济性状的影响
Table 6 Effect of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on economical characters of flue-cured tobacco

处理	产量		产值		均价		上中等烟率	
	数值(kg/hm ²)	增产率(%)	数值(元/hm ²)	增值率(%)	数值(元/kg)	上幅率(%)	数值(%)	上幅率(%)
CK	1 490.70 b	-	20 228.80 a	-	13.57 a	-	63.53 a	-
T1	1 583.40 a	6.22	23 070.14 a	14.05	14.57 a	7.40	71.80 a	13.02

作物连作会造成根系分泌物和植株残茬的积累，从而导致正常微生物群落被打破，多样性水平降低。而生物质炭对土壤微生物的影响是复杂的、多方面的，作用机制也还不完全清楚。大多数研究表明，生物质炭的添加会增加土壤微生物量，明显改变土壤微生物群落结构组成^[20-21]。张一鸣等^[22]的研究显示，在番茄连作 20 年 40 茬土壤中施入炭化玉米芯，能提高土壤中细菌、放线菌的数量，降低真菌的数量，同时

增强了对病原菌的拮抗作用。本研究发现炭化烟草秸秆还田，显著促进了连作植烟土壤细菌和放线菌的繁殖，降低了土壤真菌数量；同时对烟草青枯病的防治具有显著效果。烟株移栽后 30 d 左右，土壤中青枯病病原菌数量已经达到 10⁶ cfu/g 土，田间调查没有烟草青枯病发生；一直到移栽后 60 d，田间才始见烟草青枯病发生，说明病原菌侵入烟株并使其发病需要一个过程，且发病率呈逐渐增大的趋势。移栽后 120 d

病原菌数量显著降低,可能是因为生长后期的烟株所能提供的营养有限,从而使病原菌表现出衰竭,活力下降。彭怀俊等人^[23]的研究结果也显示土壤中青枯病病原菌繁殖到一定数量且生长一段时期后,田间烟株才会出现症状。

生物质炭对许多作物生长和产量有明显促进作用。研究发现,生物质炭可以促进玉米^[24]、水稻^[25]、小麦^[26]、大豆^[27]等作物的生长,提高作物的产量。本研究表明炭化烟草秸秆还田,能促进烟株的生长,提高烤烟的产量和产值。生物质炭对作物生长的促进作用,主要归因于其改善了土壤理化性质,提高了土壤养分的有效性,以及改变了土壤微生物丰度和群落结构^[26]。

4 结论

在连作植烟土壤中添加 1 500 kg/hm² 炭化烟草秸秆,有利于改善土壤理化性质和养分状况,增加交换性盐基离子和阳离子交换量,改变土壤微生物丰度,进而促进了烤烟生长,提高了烟叶的产量,增加了植烟的收益。

参考文献:

- [1] 刘玉学, 刘微, 吴伟祥, 等. 土壤生物质炭环境行为与环境效应[J]. 应用生态学报, 2009, 20(4): 977-982
- [2] Glaser B, Parr M, Braun C, et al. Biochar is carbon negative[J]. Nature Geoscience, 2009, 2: 2-2
- [3] Pramod J, Biswas A, Lakaria B, et al. Biochar in agriculture-prospects and related implications[J]. Current Science, 2010, 99(9): 1218-1225
- [4] 张承龙. 烟杆的资源化利用技术现状及其前景[J]. 再生资源研究, 2002(1): 38-39
- [5] 刘素云, 王旭刚, 董晓兵, 等. 3 种改良剂对烟叶微量元素含量和品质的影响[J]. 河南科技大学学报(自然科学版), 2012, 33(6): 51-54
- [6] 李鑫, 张秀丽, 孙冰玉, 等. 烤烟连作对耕层土壤酶活性及微生物区系的影响[J]. 土壤, 2012, 44(3): 456-460
- [7] 岳冰冰, 李鑫, 张会慧, 等. 连作对黑龙江烤烟土壤微生物功能多样性的影响[J]. 土壤, 2013, 45(1): 116-119
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [9] 李振高, 骆永明, 滕应. 土壤与环境微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [10] 黄珏. 硝化细菌的分离和鉴定[J]. 水产科技情报, 2004, 31(3): 130-134
- [11] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查测量方法 (YC/T 142-2010) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [12] 国家烟草专卖局. 烟草病虫害分类及调查方法 (GB/T 23222-2008) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008
- [13] 国家烟草专卖局. 烤烟 分级标准(GB 2635-1992) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1992
- [14] 黄超, 刘丽君, 章明奎. 生物质炭对红壤性质和黑麦草生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2011, 37(4): 439-435
- [15] Laird D A. The charcoal vision: A win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality[J]. Agronomy Journal, 2008, 100: 178-181
- [16] 袁金华, 徐仁扣. 稻壳制备的生物质炭对红壤和黄棕壤酸度的改良效果[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(5): 472-476
- [17] Chan K Y, Van Zwieten L, Meszaros I, et al. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment[J]. Australian Journal of Soil Research, 2007, 45(8): 629-634
- [18] Atkinson C J, Fitzgerald J D, Hipps N A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review[J]. Plant and soil, 2010, 337(1/2): 1-18
- [19] Glaser B, Haumaier L, Guggenberger G, et al. Black carbon in soils: The use of benzene carboxylic acids as specific markers[J]. Organic Geochemistry, 1998, 29(4): 811-819
- [20] 黄剑. 生物炭对土壤微生物量及土壤酶的影响研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012
- [21] 许涛. 竹炭对梨园土壤碳-氮-磷及微生物多样性的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2012
- [22] 张一鸣, 杨丽娟, 郭小鸥, 等. 钙素及秸秆物料对 40 茬番茄连作土壤的修复效应初报[J]. 沈阳农业大学学报, 2013, 44(5): 594-598
- [23] 彭怀俊, 顾钢, 纪成灿, 等. 烤烟根系土壤中青枯病菌动态与田间病害发生发展的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(4): 384-387
- [24] Oguntunde P G, Abiodun B J, Ajayi A E, et al. Effects of charcoal production on soil physical properties in Ghana[J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2008, 171(4): 591-596
- [25] Lehmann J, Pereira D S J, Steiner C, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments[J]. Plant and Soil, 2003, 249(2): 343-357
- [26] Van Zwieten L, Kimber S, Morris S, et al. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility[J]. Plant and Soil, 2010, 327(1/2): 235-246
- [27] 卜晓莉, 薛建辉. 生物炭对土壤生境及植物生长影响的研究进展[J]. 生态环境学报, 2014, 23(3): 535-540

Influence of Carbonized Tobacco Stem on Physiochemical Properties of Continuous Tobacco-cropping Soil and Growth of Flue-cured Tobacco

TAN Hui, PENG Wuxing, XIANG Bikun, YIN Zhongchun, SUN Yuxiao, Shi Heli*
(Enshi Tobacco Company of Hubei Province, Enshi, Hubei 445000, China)

Abstract: Yunyan 87 was taken as the test tobacco variety, a field experiment was conducted on a soil with 15 a continuous tobacco-cropping and serious bacterial wilt in order to study the effects of carbonized tobacco stem (tobacco biochar) on soil physiochemical properties, microbial population and tobacco growth for restoring continuous cropping tobacco soil, further understanding the ecological effects of biochar on tobacco production, and accelerating the comprehensive utilization of tobacco waste. The results showed that compared with the treatment of conventional fertilization (CK), the treatment of CK+1 500 kg/hm² tobacco biochar could improve well soil physiochemical properties and nutrient status, promote soil microbial abundance, stimulate the growth of tobacco and increase the yield and earnings of tobacco.

Key words: Carbonized tobacco stem (tobacco biochar); Continuous cropping; Tobacco-planting soil; Flue-cured tobacco