

施用改良剂对皖南旱坡地土壤性状及烤烟产量和品质的综合效应^①

潘金华¹, 庄舜尧^{1*}, 史学正¹, 曹志洪¹, 蔡宪杰², 程 森²

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 2 上海烟草集团有限责任公司, 上海 200082)

摘 要: 通过田间小区试验研究了无机矿石类及生物炭改良剂不同组合对皖南旱坡地土壤性状以及烤烟产量和烟叶品质的影响。结果表明: 与对照相比, 3 种无机矿石材料(T20、G20、硅藻土)和 2 种生物炭(竹炭和苍糠炭)的改良剂的不同组合, 可使土壤体积质量下降 0.27 ~ 0.34 g/cm³, 田间持水量提高 11.6% ~ 55.6%, pH 提高了 0.45 ~ 0.93 个单位; 烤烟产量增加 26 ~ 397 kg/hm², 烤烟烟碱与全氮含量有所下降, 还原糖含量有所增加, 糖碱比优化, 品质进一步提升。本研究结果可以为皖南旱坡地烟区土壤改良、提高特色烟产量和品质、促进农民增收增收提供有效的指导。

关键词: 土壤改良剂; 生物炭; 烤烟; 土壤性状; 产量; 质量

中图分类号: S156.2

适宜的土壤结构改良措施能够有效地改善土壤的理化性质和土壤中水-热-肥的状况, 促进农作物的生长和发育, 从而提高农作物的产量。国内外很多学者对不同改良剂在土壤中施用已有大量的研究。一般来说, 体积质量小且持水性好的土壤更有利于土壤中营养的释放以及土壤养分的良性循环^[1]。研究表明生物炭改良剂可以有效地降低旱地土壤体积质量^[1], 增加田间持水量, 降低土壤板结程度, 从而增加农作物的产量^[1-3]。土壤改良剂不仅能够对土壤体积质量和持水性产生直接影响, 而且能够进一步对土壤酸化产生抑制作用。Chintala 等^[4]发现 3 种生物炭施入酸性土壤后都会不同程度地增加土壤 pH, 并且随着用量的增加 pH 呈上升的趋势。烤烟是以烟叶的叶片产量和品质来决定其价值的, 烤烟生长, 特别是烟叶的质量与土壤质地的关系非常密切。若质地过于黏重, 导致持水力弱且排水不畅, 通气状态差, 烟根易受渍害; 质地过砂质, 水分流失快且多而导致肥料易损失, 从而导致烟株发育不良^[5-6]。因此, 通过改良不利的土壤环境对于烤烟生产有着重要影响。

我国已有较多的生物炭对植烟土壤理化特性影响和烟叶品质方面的研究报道^[7-17], 但涉及皖南旱坡地的相关研究报道甚少。皖南烟区具有良好的水热生态环境, 然而植烟的旱地土壤多为板、瘠、薄、酸、旱的红壤坡地, 且极易受到春旱、夏伏旱、秋旱-降水分布不协调等自然灾害的威胁。针对皖南旱坡地的烤烟生产的限制性因素, 结合已有的研究结果, 利用不同种类无机矿石类及生物炭改良剂的不同组合研究其对土壤结构改良及烤烟产质量的影响, 以探明改良剂在皖南烟区对植烟土壤性质和烟叶质量的影响规律, 期望为皖南旱坡地植烟土壤改良、协调土壤微环境、提高特色烟生产水平、促进农民收入增加和区域经济发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于安徽省宣城市宣州区杨柳镇双乐村南冲林场, 土壤样品采集于试验前(2013 年 11 月), 供试土壤为红壤(铝质湿润淋溶土), 基本性状如表 1 所示。

表 1 旱地田间试验土壤基本性质

Table 1 Basic properties of tested soil

土壤类型	pH	有机质(g/kg)	总氮(g/kg)	体积质量(g/cm ³)	田间持水量(g/kg)
宣城红壤	4.63	15.9	1.2	1.22	293

基金项目: 沪皖现代烟草农业高科技示范园科技专项(CF56-ZJ1)资助。

* 通讯作者(syzhuang@issas.ac.cn)

作者简介: 潘金华(1989—), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 主要从事土壤氮素研究。E-mail: isscaspjh1989@163.com

田间试验中所用的土壤改良剂类型包括：强通气性无机材料(T20)、中通气性保水无机材料(G20)、硅藻土(SiO₂)以及竹炭(ZC)和苍糠炭(LC)烧制的生物炭。供试的土壤改良剂基本性质见表 2。

1.2 试验设计与处理

设计了 5 个无机矿石类及生物炭不同改良剂组合(表 3 所示)。在试验中,小区规格为 4.8 m × 12.5 m,所有改良剂与肥料一起条施,然后起垄,再覆膜。采用当地的常规种法,烟苗按株距 45 cm、垄宽 1.2 m 栽种。所有处理均设置 3 次重复小区,烟叶品种为云

烟 97, 试验时间为 2014 年 3-7 月。

表 2 土壤改良剂基本性质
Table 2 Basic properties of tested soil amendments

改良剂类型	pH	体积质量 (g/cm ³)	田间持水量 (g/kg)
T20	9.64	0.17	683 ± 2.1 b
G20	7.25	0.31	567 ± 1.5 a
SiO ₂	9.57	0.09	860 ± 1.6 c
ZC	10.01	0.15	857 ± 1.3 c
LC	9.61	0.26	557 ± 2.2 a

表 3 宣城旱坡地烟草土壤功能改良剂处理
Table 3 Treatments of soil amendments for tobacco fields of slope upland in Xuancheng City

处理	T20 (粒径 2~7 mm)	G20 (粒径 2~6 mm)	ZC (粒径 2~5 mm)	LC (粒径 2~5 mm)	Si (粒径 3~5mm)	复合肥 (kg/小区)
X1	-	-	5	5	-	常规
X2	7	3	-	-	-	常规
X3	7	-	3	-	-	常规
X4	-	-	-	5	5	常规
X5	-	-	5	-	5	常规
CK	-	-	-	-	-	常规

注：T20 为强通气性无机材料, G20 为中通气性保水无机材料, ZC 为竹炭, LC 为苍糠炭, Si 为硅藻土; 表中数据为土壤功能改良剂占每垄 120 cm 宽 × 20 cm 深 × 30 cm 高土壤总体积百分比(%); “-”表示处理未添加该改良剂。

1.3 样品采集与分析

土壤样品采集与测定：每个小区均采用多点取样均匀混合法, 分别在烤烟移栽前和采摘全部结束时, 采集植株周围土壤样品, 测定土壤体积质量(环刀法)、田间持水量(环刀法)、pH(电位测定法, 1:2.5 土水比), 详细测定方法见文献[18]。

烟叶样品采集与测定：按照“下部叶适时早采、中部叶成熟采收、上部叶充分成熟采收”的原则, 成熟一片采收一片。分小区单独采摘、烘烤、统计产量, 烟叶分级后按处理分别称重记录, 计算各级产量。

烟草化学指标的测定：根据烟草行业标准测定每个试验小区烟叶的烟碱(紫外分光光度计法)、全氮(过氧化氢-硫酸消化法)、还原糖(铁氰化钾比色法), 具体测定方法详见文献[19]。

1.4 数据处理

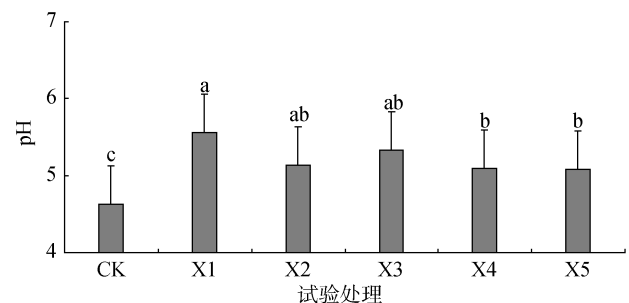
采用 Microsoft Office Excel 2013 和 IBM SPSS Statistics 22.0 处理数据和进行统计分析, 以 Microsoft Office Excel 2013 绘图。

2 结果与分析

2.1 施用改良剂对旱坡地土壤性状的影响

2.1.1 对土壤 pH 的影响 与对照相比(pH 为 4.63), 施用不同土壤改良剂的 pH 为 5.08 ~ 5.56, 提

高了 0.45 ~ 0.93 个单位(图 1), 其中 X1 处理(50%LC + 50%ZC)提高最多, 达到 0.93 个单位。曹志洪等^[5]研究发现烤烟最适宜生长在中性或微酸性(5.0 ~ 7.0)的砂质壤土或壤土质地的土壤环境中, 在此 pH 范围内的土壤酸度可以为烤烟根系提供最佳的水肥气热条件, 更有利于烤烟的养分吸收和烟叶中化学成分的合成。显然, 本研究中改良剂的施用提高土壤 pH 是有利于烤烟的产量及质量的提升。



(图中小写字母不同表示处理间差异显著(P<0.05), 下同)

图 1 施用改良剂对皖南旱坡地田间土壤 pH 的影响
Fig. 1 Effects of soil amendments on soil pH values of slope uplands in South Anhui

2.1.2 对田间持水量的影响 施加改良剂对皖南旱坡地田间持水量的影响如图 2。施用土壤改良剂使土壤的田间持水量较对照处理(293 g/kg)有了显著提

高(图 2), X1 至 X5 处理分别提高了 35.2%、11.6%、25.6%、45.4% 及 55.6%。显然, 通过添加持水性好的改良剂能够增加土壤的田间持水量, 土壤水分的提高有利于提高红壤旱坡地土壤的抗旱能力以及养分的活性及利用率, 进而促进烤烟生产。同时, 田间持水量增加的多少跟改良剂种类及组合有关, 因此, 如何合理搭配改良剂也将是一个重要研究内容。

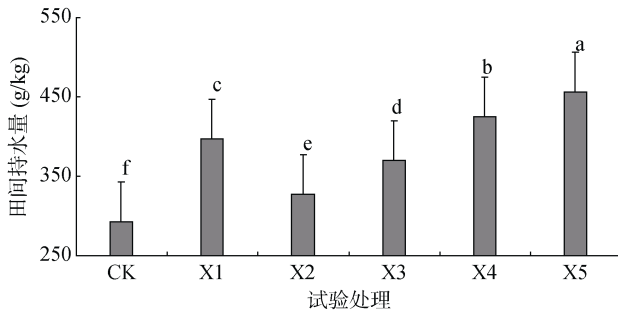


图 2 施用改良剂对皖南旱坡地田间持水量的影响

Fig. 2 Effects of soil amendments on soil water field capacities of slope uplands in South Anhui

2.1.3 对土壤体积质量的影响 由图 3 可见, 不同改良剂处理后土壤体积质量较 CK 处理(1.22 g/cm³) 均有明显下降, 降低程度随改良剂种类及组合的不同而变化。X1 至 X5 处理后的土壤体积质量分别为 0.95、0.94、0.91、0.90 和 0.88 g/cm³, 比 CK 处理分别下降了 22.1%、22.9%、25.4%、26.2% 和 27.9%。因此, 施用土壤改良剂有利于降低土壤体积质量, 增加土壤的通透性, 进而有利于烟根生长和品质的提升。

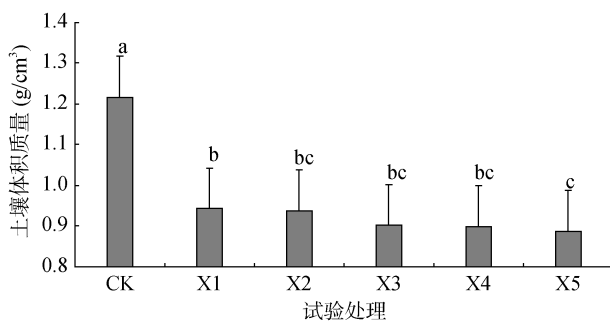


图 3 施用改良剂对皖南旱坡地土壤体积质量的影响

Fig. 3 Effects of soil amendments on soil bulk density of slope uplands in South Anhui

2.2 施用改良剂对烤烟产量和分级的影响

本试验中, 在烤烟采烤期, 烟叶共分 4 次采收。每次采收烘烤后, 均进行了分杆烘烤与称重, 然后将多次结果累加, 统计 3 个重复后得到烟叶产量结果(表 4)。由于不同位置的烟叶农艺性状和化学成分本身存在差异, 烤干出炉后的品质也就参差不齐, 为了

便于统一收购及按质论价, 烟叶分级是由当地技术工人按销售时的标准进行分级, 将烤烟分为上橘二、上橘三、上橘四、中橘二、中橘三、中橘四、下橘二、下橘三 8 个级别, 其他等级的烟叶量很少, 没有再分。

表 4 不同改良剂处理烤烟等级产量及所占比例

Table 4 Effects of various soil amendments on tobacco yield and grade

处理	烟叶产量 (kg/hm ²)	上等烟比例 (%)	中等烟比例 (%)
CK	2 357.57 ± 67.65 c	65.1	34.9
X1	2 463.48 ± 85.20 b	71.2	28.8
X2	2 488.65 ± 72.60 b	65.4	34.6
X3	2 754.36 ± 143.6 a	61.8	38.2
X4	2 384.44 ± 93.30 c	61.0	39.0
X5	2 423.73 ± 53.17 bc	66.9	33.1

注: 上二、中二、中三为上等烟; 上三、上四、中四、下二、下三为中等烟。同列数据小写字母不同表示处理间差异显著 ($P < 0.05$), 下表同。

从产量的结果来看(表 4), 处理 X3>X2>X1>X5>X4>CK, 其中处理 X3、X2、X1 较对照 CK 有显著提高, 而 X4 与 X5 处理提高不显著。从烤烟等级看, 上等烟叶的比例高低为 X1>X5>X2>CK>X3>X4, 其中 X1 处理(50%LC + 50%ZC)的上等烟比例最高, 比对照 CK 提高了 6.1 个百分点, X2 与 X5 处理提高不显著, X3 与 X4 处理的上等烟比例反而有所下降。可见, 不同改良剂组合对烤烟的产量及分级存在不同影响。

2.3 施用改良剂对烟叶化学成分的影响

从表 5 结果看, 不同处理烤烟的烟碱含量大小为: CK>X1>X4>X2>X3>X5, 施用改良剂后烟碱含量有所下降, 其中 X5 处理要显著低于其他处理。目前, 国内外学者一般认为国际优质烟叶的烟碱含量应为 1.5%~3.5%, 大于 3.5%, 劲头太强; 小于 1%, 劲头不足^[20]; 通过施用改良剂处理, 烟碱含量分布范围在 2.74%~3.49%, 符合优质烟叶烟碱含量标准。

不同处理烟叶总氮含量大小为: CK>X2>X1>X4>X3>X5, 施用改良剂处理的总氮含量与对照处理均有显著下降。通常, 优质烟叶的总氮含量为 1.5%~3.5%, 但以 2.5% 为最佳, 且全氮/碱比越接近 1 越好^[20], 本试验中所有处理的烟叶总氮含量均位于合理范围。CK 处理的总氮/烟碱为 0.81, 而改良剂处理的比值仅为 0.53~0.62。本试验结果也表明, 通过施用改良剂可以防止烟叶中的总氮含量过高, 从而有利于烟叶内在品质的控制, 但改良剂处理的总氮/烟碱低于对照处理。

烟叶中的还原糖含量也被认为是评价烟叶内在

表 5 不同改良剂对烟叶化学成分的影响
Table 5 Effects of soil amendments on chemical properties of tobacco leaves

处理	烟碱 (%)	总氮 (%)	还原糖 (%)	糖碱比	氮碱比
CK	3.51 ± 0.39 a	2.88 ± 0.83 a	24.81 ± 0.79 c	7.15	0.81
X1	3.49 ± 0.09 a	1.99 ± 0.21 b	25.39 ± 1.09 bc	7.29	0.57
X2	3.36 ± 0.20 a	2.04 ± 0.11 b	25.07 ± 0.44 bc	7.48	0.61
X3	3.29 ± 0.13 a	1.74 ± 0.04 b	25.87 ± 1.08 b	7.85	0.53
X4	3.48 ± 0.14 a	1.86 ± 0.16 b	25.95 ± 0.60 b	7.47	0.55
X5	2.74 ± 0.91 b	1.57 ± 0.17 b	27.38 ± 0.30 a	11.02	0.62

品质的重要指标之一,中国烤烟还原糖含量在 10%~25%,一般认为品质好的烤烟,通常含有较多的还原糖,且优质烟叶的糖碱比在 8~12^[21]。从还原糖结果看(表 5),还原糖含量的大小为: X5>X4>X3>X1>X2>CK。所有改良剂处理都使得烟叶的还原糖含量有所提升,同时,使得糖碱比也有所提升,其中 X5 处理的还原糖含量最高,糖碱比最大。

3 讨论与结论

烟草作为我国当前重要的经济作物之一,对产量和品质都有着很高的要求,在保证产量的条件下,提高烟叶品质更为重要。皖南烟区的植烟旱坡地土壤酸度高、偏黏重、持水性能差、体积质量大、孔隙度低,易受到春旱、夏伏旱、秋旱-降水分布不协调等自然灾害的威胁,阻碍烟草根系对土壤水分和养分的吸收,这些问题都严重影响皖南旱地烟叶产量稳定与质量提高,也是阻碍皖南地区旱地烟种植推广的重要因素。

很多研究指出通过对土壤施用改良剂能够有效降低土壤体积质量、增加土壤的孔隙度和持水性^[22-23],从而保证了烟草在生长发育进程中的良性循环。目前土壤改良剂种类繁多,而我国植烟土壤也是千差万别。因此,针对不同土壤环境的改良应当选用适宜的改良剂。本试验所选用的改良剂材料 pH 范围为 7.25~10.01,施入土壤后,土壤的 pH 范围为 5.08~5.56,相比较 CK 处理(4.63)有着明显的提高。很多研究也都发现^[24-26],土壤中添加碱性改良剂材料和生物炭后会提高土壤 pH,其中对酸性土壤的作用尤为明显。生物炭以及无机矿石改良剂具有多孔隙、体积质量小且吸附能力强、具有较好的通气性和持水性^[27-28]。试验结果表明改良剂材料的田间持水量远高于土壤,施入土壤后改变了土壤的孔隙度,以及利用改良剂比表面积大的特征吸附土壤颗粒从而提高整体的持水性。土壤持水性能的增强,烟株根系可利用的水分和矿物离子也会得到增加^[29],从而有利于作物的吸收。通过对比改良剂处理与对照的体积质量,无机保水材

料与生物炭加入土壤后显著降低了土壤的体积质量,有助于植株根系的扩展和延伸,因为土壤密度的降低,造成阻力的减小,从而土壤的板结程度大大地降低^[30]。施加改良剂促进了土壤性状的逐步改善,而这些对提高烟叶的产量以及内在品质都有着重要影响。无机保水材料和生物炭作为土壤改良剂,它的施入对烤烟产量和化学成分产生了影响,改良剂处理的产量均显著高于对照处理,增产幅度为 1.13%~16.83%。尤其以 X3 处理(70%T20+30%ZC)增产幅度最为显著,表明了改良剂都有提高烟叶产量的效应,且提高的幅度与改良剂组合类型密切相关。这些结果与邢世和等^[24]的结果比较接近,佐证了土壤改良剂对提高烟叶产量有着不错的效果。改良剂通过改良土壤性状的间接影响烤烟内部化学成分,改良剂处理的烟碱含量分布范围为 2.74%~3.49%,烟叶总氮含量为 1.57%~2.04%,烟叶还原糖含量为 25.07%~27.38%,均属于优质烟叶的成分范围内,改良剂应用降低了烟叶中烟碱和氮的含量,而提高了还原糖含量。研究表明,生物炭对铵离子有很强的吸附能力,能降低烟叶对氮素的吸收,从而降低了烟叶中氮素与烟碱的合成^[31]。而通过施用改良剂,土壤 pH 的提升及水分的增加都会对还原糖含量产生影响^[32-34],说明改良剂对烤烟内在品质的提高也是有效果的,这与赵殿峰等^[35]所得的结论相近。

本研究的田间试验结果说明,无机矿石保水材料和生物炭的添加适用于皖南红壤旱坡地,其主要作用机制可能是这些改良剂的组合施入增加了土壤的孔隙度和表面积,进而改变了土壤水分的渗滤、吸释特征以及土壤水分的停留时间和运动路径的改变。同时,试验结果证实改良剂组合可以提高土壤田间持水量、降低土壤体积质量,从深层次上减少了土壤水分的流失,提高了土壤的持水性能,使烟草生长季节的不均匀降水成为稳定的土壤供水,将有限的降水最大限度地留在土壤中。但我们也注意到,改良剂的施用“消极性”地降低了氮碱比,这可能与供试土壤有机质和全氮含量偏低(仅 15.9 g/kg 和 1.2 g/kg,分别处

于缺乏和中等水平)有关,进而需要适当增加氮用量,还需要进一步研究。另外,虽然本试验结果证明了改良剂组合能够改善皖南旱坡地红壤的性状,但水热环境的变化对土壤中养分供应的影响以及对作物生长期的养分利用也还需要进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] 刘园, Jamal Khan M, 靳海洋, 等. 秸秆生物炭对潮土作物产量和土壤性状的影响[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 849-858
- [2] Xu G, Lü Y, Sun J, et al. Recent advances in biochar applications in agricultural soils: Benefits and environmental implications[J]. Clean-Soil, Air, Water, 2012, 40(10): 1 093-1 098
- [3] 吴媛媛, 杨明义, 张风宝, 等. 添加生物炭对黄绵土耕层土壤可蚀性影响[J]. 土壤学报, 2016, 53(1): 81-92
- [4] Chintala R, Schumacher Thomas E, McDonald Louis M, et al. Phosphorus sorption and availability from biochars and soil / biochar mixtures[J]. Clean-Soil, Air, Water, 2013, 41(9): 1-9
- [5] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991
- [6] 郝葳, 田孝华. 优质烟区土壤物理性状分析与研究[J]. 烟草科技, 1996(5): 34-35
- [7] 赵殿峰. 不同生物炭施用量对烤烟土壤理化性状及烤烟生长的影响[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2014
- [8] 王丽渊. 生物炭对植烟土壤主要性状及烤烟生长的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014
- [9] 万海涛. 烤烟发育和产量品质及植烟土壤理化性状对生物炭的响应研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014
- [10] 宋久洋. 生物炭输入对豫西烟区土壤保育及烟叶提质效应的研究[D]. 河南洛阳: 河南科技大学, 2014
- [11] 刘新源. 生物炭与无机有机肥料混合施用对土壤理化特性和烟叶产量品质的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014
- [12] 万海涛, 刘国顺, 田晶晶, 等. 生物炭改土对植烟土壤理化性状动态变化的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46(4): 72-76
- [13] 陈敏, 杜相革. 生物炭对土壤特性及烟草产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2015(1): 80-83
- [14] Zhang W, Li Z, Zhang Q, et al. Impacts of biochar and nitrogen fertilizer on spinach yield and tissue nitrate content from a pot experiment[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2011, 10: 7
- [15] Kameyama K, Miyamoto T, Shiono T, et al. Influence of sugarcane bagasse-derived biochar application on nitrate leaching in calcaric dark red soil[J]. Journal of Environmental Quality, 2012, 41(4): 1 131-1 137
- [16] Nelissen V, Rütting T, Huygens D, et al. Maize biochars accelerate short-term soil nitrogen dynamics in a loamy sand soil[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2012, 55: 20-27
- [17] Karhu K, Mattila T, Bergstrom I, et al. Biochar addition to agricultural soil increased CH uptake and water holding capacity-results from a short-term pilot field study[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2011, 140: 309-313
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011
- [19] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [20] 朱杰. 河南烤烟总氮、烟碱含量状况及与其他品质指标的关系[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009
- [21] 邵惠芳, 许自成, 李东亮, 等. 烤烟还原糖含量与主要挥发性香气物质及感官质量关系的统计学分析[J]. 中国烟草学报. 2011(2): 8-17
- [22] Catherine K, Monica M, Luca R, et al. Reduction of cadmium availability to tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants using soil amendments in low cadmium-contaminated agricultural soils: A pot experiment[J]. Plant and Soil, 2005, 276 (1): 69-84
- [23] Wu K, Yuan S F, Wang L L, et al. Effects of bio-organic fertilizer plus soil amendment on the control of tobacco bacterial wilt and composition of soil bacterial communities[J]. Biology and Fertility of Soils, 2014, 50(6): 961-971
- [24] 邢世和, 熊德中, 周碧青, 等. 不同土壤改良剂对土壤生化性质与烤烟产量的影响[J]. 土壤通报, 2005, 36(1): 72-75
- [25] 徐振华. 生物炭对中国北方酸化土壤的改性研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012
- [26] 赵牧秋, 金凡莉, 孙照炜, 等. 制炭条件对生物炭碱性基团含量及酸性土壤改良效果的影响[J]. 水土保持学报, 2014, 28(4): 299-309
- [27] Lehmann J. Amazonian dark earths: Origin, properties, management[M]. Netherlands: Springer, 2003
- [28] Sohi S, Lopez-Capel E, Krull E, et al. Biochar, climate change and soil: A review to guide future research[J]. Csiro Land and Water Science Report, 2009, 5(9): 17-31
- [29] 孙爱华, 华信, 朱士江. 生物炭对土壤养分及水分的影响[J]. 安徽农业科学, 2015(8): 64-91
- [30] 张峥嵘. 生物炭改良土壤物理性质的初步研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2014
- [31] Steiner C, Teixeira W G, Lehmann J, et al. Long term effects of manure, charcoal, and mineral: Fertilization on crop production and fertility on a highly weathered central Amazonian upland soil[J]. Plant and Soil, 2007, 291: 275-290
- [32] 伍贤进. 土壤水分对烤烟产量和品质的影响[J]. 农业与科技, 1998(2): 3-13
- [33] 黄燕翔, 刘淑欣. 福建烟区土壤条件与烤烟品质的关系[J]. 福建农业大学学报, 1995, 24(2): 201-204
- [34] 陈温福, 张伟明, 孟军. 农用生物炭研究进展与前景[J]. 中国农业科学, 2013, 46(16): 3 324-3 333
- [35] 赵殿峰, 徐静, 罗璇, 等. 生物炭对土壤养分、烤烟生长以及烟叶化学成分的影响[J]. 西北农业学报, 2014(3): 85-92

Effects of Soil Amendments on Yield and Quality of Tobacco and Soil Properties of Slope Upland in South Anhui

PAN Jinhua¹, ZHUANG Shun Yao^{1*}, SHI Xuezheng¹, CAO Zhihong¹, CAI Xianjie², CHENG Sen²

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China*; 2 *Shanghai Tobacco Group Limited Company, Shanghai 200082, China*)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effects of inorganic minerals and biochar amendments applied in various combinations on the yield and quality of flue-cured tobacco and soil properties of slope upland in South Anhui, China. The results showed that applications of various amendments prepared from 3 kinds of inorganic mineral materials (T20, G20, diatomite) and 2 kinds of biochars (bamboo and rice husk) reduced soil bulk density by 0.27–0.34 g/cm³, increased soil moisture by 11.6%–55.6% and pH by 0.45–0.93 units, and thus increased the flue-cured tobacco yield by 26–397 kg/hm². Applications of the amendments also decreased nicotine and total nitrogen contents, increased the reducing sugar content and the ratio of sugar to nicotine, and thus improved tobacco quality. The results presented in this study can provide useful references for soil amelioration, and increases in yield and quality of tobacco growing in the soil in South Anhui.

Key words: Soil amendment; Biochar; Tobacco; Soil properties; Yield; Quality