

# 不同有机物料对土壤改良和烤烟产质量的影响<sup>①</sup>

张启明, 陈仁霄, 管成伟, 苑举民, 何宽信\*

(江西省烟草科学研究所, 南昌 330025)

**摘要:**为改良土壤,提高烟叶质量,实现烟叶生产可持续发展,采用田间试验的方法,研究了不同有机物料(普通商品有机肥、生物有机肥、生物质炭)与化肥配施对土壤改良和烤烟产质量的影响。结果表明:与常规施肥(100%化肥)相比,有机物料与化肥配施能够提高土壤酶活性、微生物多样性、烤后烟叶含钾量,促进烟叶化学成分更为协调,从而能够提高烟叶均价、上等烟比例和经济效益,其中以生物质炭与生物有机肥联合施用的效果最佳。

**关键词:**烤烟;有机物料;产质量;土壤改良

中图分类号:S572.06 文献标识码:A

由于长期大量施用化肥,忽视有机类肥料的施用,造成植烟土壤有机质含量下降,土壤酸化、板结,烟叶营养比例失调,进而使烟叶香气不足、烟碱含量过高和化学成分不协调,从而使烟叶产量和品质的提高受到限制<sup>[1-3]</sup>。近年来,各类有机物料(如有机肥和生物质炭等)开始用于烤烟生产。已有研究表明,有机肥和无机肥的合理配施能提升酸性土壤 pH,促进土壤有机碳积累,增强土壤酶活性,改良和培肥土壤,增强烟株抗病性,促进烤烟的生长发育,协调烟叶化学成分,提高烟叶产量,改善烟叶品质<sup>[4-7]</sup>,但不同种类有机物料作用效果不一,不同地区的烟田环境不同,有机物料的适宜施用量也可能存在差异。近年来江西省已成为我国主要植烟区之一,虽然一些有机物料已得到较为广泛的应用,但总体而言,有关有机物料用于江西烟田土壤改良和提升烤烟产质量方面的研究报道不多,且研究水平也有待进一步提高<sup>[8-10]</sup>。因此,有必要通过田间试验,研究江西烟区目前较为普遍施用有机物料对烟田土壤改良和烤烟产质量的影响,以期筛选出更为适合江西烟区气候和土壤条件的有机物料,为江西烟区进一步科学施用有机物料提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试烤烟品种:江西主栽品种 K326,2015 年 12

月上旬托盘湿润育苗,3 月上旬移栽。

供试土壤:试验田块位于江西省赣州地区瑞金市,为地理发生分类的紫色土(系统分类的紫色湿润锥形土)旱地,地势平坦,交通便利,灌溉方便,前茬为撂荒。土壤基本理化性质:pH 7.6,有机质 9.0 g/kg,碱解氮 53.1 mg/kg,有效磷 15.1 mg/kg,速效钾 325 mg/kg。总体上,供试烟田土壤偏碱、有机质和碱解氮缺乏,有效磷略缺,速效钾丰富。

供试有机物料:普通商品有机肥(养分质量分数:N 2%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2%,K<sub>2</sub>O 2.5%)、生物有机肥(养分质量分数:N 1.76%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.52%,K<sub>2</sub>O 2.85%)、生物质炭(为花生壳烧制,结构稳定,短期内较难分解,其所含养分对试验结果的影响可忽略不计)。

### 1.2 试验设计

试验以大田随机区组设计形式进行,试验时间为 2015 年 3 月至 7 月,田间管理严格按规范要求操作。每个小区面积约 40 m<sup>2</sup>,植烟行株距为 1.2 m × 0.5 m,试验地设有保护行,每颗烟株留 18~20 片叶。

在固定总氮用量为 135 kg/hm<sup>2</sup>的基础上,设置 4 个处理,T1:对照,当地常规施肥,为 100% 烟草专用复合肥(湖南金叶肥料有限公司生产,N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O=10 8 20);T2:普通商品有机肥,有机氮用量占总氮用量的 20%;T3:T1+生物质炭(1 500 kg/hm<sup>2</sup>);T4:生物质炭(1 500 kg/hm<sup>2</sup>)+生物有机肥,有机氮用量占总氮用量的 20%。每个处理 3 次重复。

基金项目:广东中烟工业有限责任公司项目(粤烟工 05XM-QK[2014]012)和江西省烟草专卖局科技项目(201301004)资助。

\* 通讯作者(hekuanxin@163.com)

作者简介:张启明(1979—),男,河南西平人,博士,农艺师,主要从事烤烟栽培技术研究。E-mail: zhangqiming1979@163.com

### 1.3 样品采集与分析

土壤样品采集与测定：分别在烤烟的团棵期、旺长期、打顶期和采收结束 4 个关键生育期采集每个小区烟株的根际土壤样品，每个土样为 5~8 个点的混合样品。土壤酶活性的测定见文献[11]；土壤微生物数量的测定采用稀释涂布平板菌落计数法；土壤微生物代谢多样性的测定采用 Biolog ECO 板碳素利用法[12]。

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，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，计算各级产量和产值。

烟草化学指标的测定：总糖及还原糖[13]、烟碱[14]、总氮含量[15]用连续流动法测定；钾含量用火焰光度法测定[16]。

### 1.4 数据处理与分析

采用 Microsoft Excel 2013 和 IBM Statistics SPSS 17.0 统计软件对数据进行分析处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对土壤酶活性的影响

土壤酶作为土壤组分中最活跃的有机成分之一，其活性不仅能反映出土壤微生物活性的高低，而且能表征土壤养分转化和运移能力的强弱，是评

价土壤肥力的重要参数[17]。图 1 表明烟株根际土壤过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶活性在不同处理间存在显著差异，其中 3 种有机物料处理烟株根际土壤过氧化氢酶、脲酶和转化酶活性均高于 T1 处理(对照)，其中过氧化氢酶活性 T2、T3 和 T4 处理分别比 T1 处理增加 81.6%、49.5% 和 144.9%；脲酶活性 T2、T3 和 T4 处理分别比 T1 处理增加 34.2%、11.6% 和 49.5%；蔗糖酶活性 T2、T3 和 T4 处理分别比 T1 处理增加 19.8%、3.5% 和 28.2%。

### 2.2 不同处理对烤烟不同生育期根际土壤微生物数量的影响

微生物是土壤生态系统的重要组成部分，主要包含细菌、真菌和放线菌 3 大类微生物，其变化能敏感地反映土壤质量和肥力的变化[18]。由图 2 可知，在烤烟生长的整个生育期内，根际土壤中细菌、真菌和放线菌数量均出现先增加后减少的趋势。在旺长期、打顶期和采收结束 3 个时期，T2 和 T4 处理根际土壤细菌数量显著高于 T1 处理，T3 处理与 T1 处理相比差异不显著。在旺长、打顶和采完三个时期，T2 和 T4 处理真菌显著高于 T1 和 T3 处理，T2 和 T4 处理在打顶时差异显著，且 T4 处理高于 T2 处理，T3 和 T1 处理差异不显著。在整个生育期，T2、T3 和 T4 处理根际土壤放线菌数量均显著高于 T1 处理，T2 和 T4 处理之间差异不显著，T3 处理与 T2、T4 处理之间有显著差异。

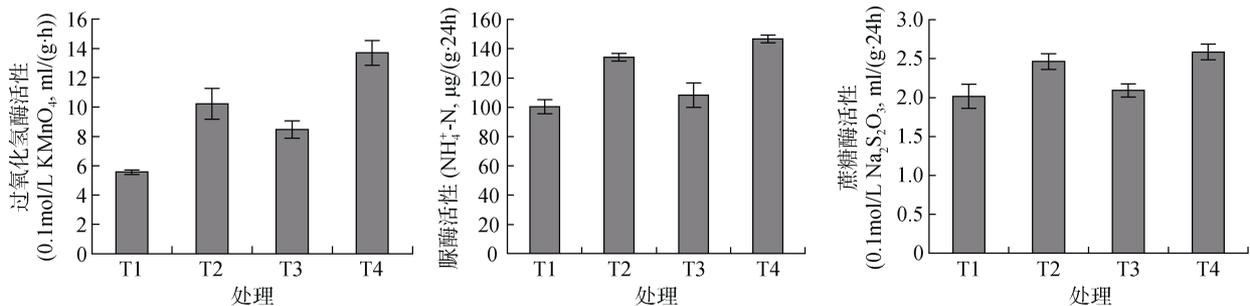


图 1 不同处理对根际土壤酶活性的影响(打顶期)

Fig. 1 Soil enzyme activities in rhizosphere soils under different treatments(at topping stage)

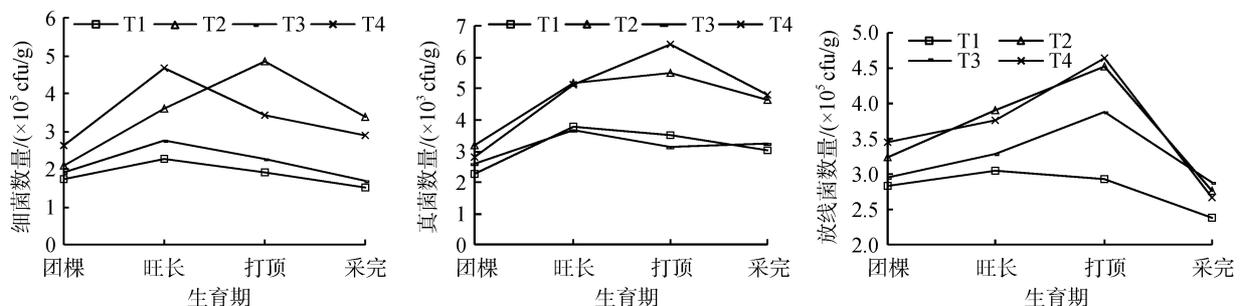


图 2 不同处理对烤烟不同生育期根际土壤微生物数量的影响

Fig. 2 Soil microbial abundance in rhizosphere soils under different treatments at different tobacco growth stages

### 2.3 不同处理对土壤微生物群落代谢活性的影响

平均颜色变化率(average well color development, AWCD) 是微平板上反应孔的平均吸光值,其随时间的变化是微生物碳源利用强度的反映,也是微生物活性的一个有效指标<sup>[19]</sup>。从图 3 可以看出,不同处理之间土壤微生物群落的 AWCD 在培养期间差异显著,且 T2、T3、T4 处理的 AWCD 值明显高于 T1 处理。分析发现,随培养时间的延长,微生物碳源利用量呈增加趋势。在 24 h 之内,AWCD 值均较小,表明培养 24 h 内,有较少的碳被微生物所利用;在 24 h 后,AWCD 值迅速上升,说明 24 h 后碳源开始被微生物大量利用,且呈显著差异。

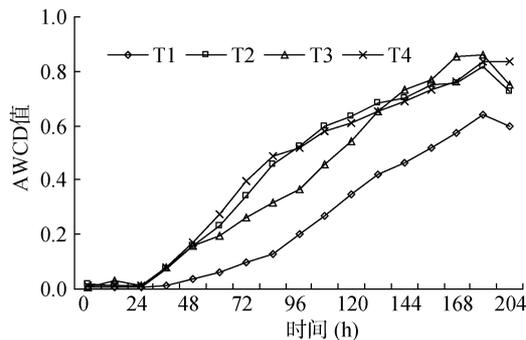


图 3 烤烟打顶期不同处理平均颜色变化率(AWCD)的变化  
Fig. 3 AWCD changes under different treatments at topping stage of tobacco

### 2.4 不同处理对烤烟化学成分的影响

从表 1 可以看出,与 T1 处理相比,不同有机物料处理均不同程度地提高烟叶总糖、还原糖含量,T2 处理的含量较高,比 T1 处理分别提高 3.78% 和 2.03%;不同有机物料处理烟碱含量均有不同程度的降低,其中以 T4 处理的碱含量最低,比 T1 处理降低 1.06%;钾含量 T4 处理最高,显著高于 T1 处理。一般认为优质烟化学成分品质指标水溶性总糖与烟碱的比值接近于 10,总氮与烟碱的比值接近 1 为佳<sup>[20]</sup>,与 T1 处理糖碱比 8.01、氮碱比 0.55 相比,其他处理的糖碱比(11.8 ~ 12.8)和氮碱比(0.71 ~ 0.86)更趋近优质烟化学成分品质指标范围。

### 2.5 不同处理对烤烟经济性状的影响

从表 2 可以看出,不同有机物料处理烤烟的产量和产值分别比 T1 处理增加 142 ~ 393 kg/hm<sup>2</sup> 和 3 430 ~ 114 369 元/hm<sup>2</sup>,其中,产量以 T2 处理增幅最大,提高 11.8%,产值以 T4 处理增幅最大,提高 29.3%。有机物料处理上等烟比例、上中等烟比例、均价分别较 T1 处理高 9.0% ~ 19.6%、0.1% ~ 9.0%、3.6% ~ 15.7%,其中,以 T4 处理最高,分别提高 19.6%、9.0% 和 15.7%。

表 1 不同处理烤烟化学成分质量分数(%)

Table 1 Mass fractions of chemical components of flue-cured tobacco leaves under different treatments

处理	烟碱	总糖	还原糖	总氮	K
T1	2.97 a	24.73 d	23.81 b	1.63 a	2.22 c
T2	2.11 b	28.51 a	25.84 a	1.67 a	2.51 ab
T3	2.14 b	26.74 c	25.33 a	1.51 b	2.39 b
T4	1.91 c	27.6 b	24.37 b	1.64 a	2.55 a

注:同列数据后小写字母不同表示处理间差异显著(P<0.05)。

表 2 不同处理烤烟经济性状

Table 2 Economic characters of flue-cured tobacco leaves under different treatments

处理	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	上等烟比例(%)	中上等烟比例(%)	均价(元/kg)	产值(元/hm <sup>2</sup> )
T1	2 793	23.3	83.6	14.0	39 029
T2	3 186	27.2	89.4	14.7	46 836
T3	2 935	25.4	83.7	14.5	42 458
T4	3 122	30.2	91.2	16.2	50 464

## 3 讨论

有机肥与化肥配施,可培肥土壤,补充烟株生长发育所需的营养元素<sup>[21-22]</sup>,但不同的有机肥与化肥配施的效果具有一定的差异<sup>[23-24]</sup>。本文研究结果表明,与常规施肥(100% 专用复合肥)相比,施用有机肥和生物质炭能促进烟株生长,提高烤烟产量、中上等烟

叶比例和均价,增加了烤烟产值和经济效益,并改善烟叶的内在品质,也对土壤生物学性状具有改善作用,其中生物炭+生物有机肥处理效果优于其他有机物料处理,应该是两者优势综合体现的结果。

生物质炭作为肥料缓释载体,可延缓肥料养分在土壤中的释放,土壤中施用生物质炭后,能够提高土壤肥力,降低养分损失,提高肥料养分利用率<sup>[25]</sup>。

有研究表明,施用生物质炭可以促进烤烟生长和产量的提高,同时能显著提高烤烟内在化学成分的协调性,改善烤烟品质<sup>[25-27]</sup>。同时施用生物质炭能够显著提高植烟土壤有机碳含量,提高土壤酶活性,改善土壤微生物学性状<sup>[28-30]</sup>,本研究也得出了统一的结果。生物有机肥是一种完全肥料,不仅能促进烤烟对大量元素的平衡吸收,而且还能满足烟株对微量元素的营养需求,使营养成分更加协调,有利于烟叶产量的形成。同时,烤后烟叶化学成分协调,烟叶含钾量显著提高<sup>[31-32]</sup>。另外,生物有机肥不仅本身对土壤养分有添加作用,而且其所含有大量微生物进入土壤后,有助于分解和释放速效养分<sup>[33]</sup>,同时能够改善土壤微生物的群体结构,活化土壤中被固定的养分,改善烟株根际营养,增强烟株吸收能力<sup>[34]</sup>,本研究也得出了统一的结果。

#### 4 结论

本研究结果表明,与常规施肥(100%专用复合肥)相比,有机物料(有机肥和生物质炭)与常规复合肥的配施能够提高土壤酶活性和微生物多样性,显著提高烤后烟叶含钾量,促进烟叶化学成分更为协调,能提高烟叶均价、上等烟比例和经济效益,其中以生物质炭与生物有机肥联合施用的效果最佳,可在江西烟区推广使用。

#### 参考文献:

- [1] 李洪勋. 有机肥与烤烟生产关系的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2007(1): 5-8, 12
- [2] 王树会, 纳红艳, 陈发荣, 等. 有机肥与化肥配施对烤烟品质及土壤的影响[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(4): 110-114
- [3] 武雪萍, 钟秀明, 秦艳青, 等. 不同种类饼肥与化肥配施对烟叶香气质量的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1196-1201
- [4] 唐莉娜, 陈顺辉. 不同种类有机肥与化肥配施对烤烟生长和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(11): 258-262
- [5] 施河丽, 谭军, 秦兴成, 等. 不同生物有机肥对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(2): 74-78
- [6] 杨云高, 王树林, 刘国, 等. 生物有机肥对烤烟产质量及土壤改良的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(4): 70-74
- [7] 陈山, 龙世平, 崔新卫, 等. 施用稻壳生物炭对土壤养分及烤烟生长的影响[J]. 作物研究, 2016, 30(2): 142-148
- [8] 苑举民, 何宽信, 李立新, 等. 江西烤烟生产常用有机肥质量研究[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(2): 29-35
- [9] 唐民, 赖建春, 杨春江, 等. 有机无机肥种类对烟叶工业可用性的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(6): 12-16
- [10] 张友武, 王利兵, 冯小虎, 等. 8种有机无机活性肥在抚州烟区烤烟生产上的应用研究[J]. 现代农业科技, 2012, (18): 228, 237
- [11] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986
- [12] 张红, 吕家珑, 曹莹菲, 等. 不同植物秸秆腐解特性与土壤微生物功能多样性研究[J]. 土壤学报, 2014, 51(4): 743-752
- [13] 中华人民共和国行业标准. 烟草及烟草制品、水溶性糖的测定、连续流动分析法 YC/T159-2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002
- [14] 中华人民共和国行业标. 烟草及烟草制品、总植物碱的测定、连续流动法 YC/T160-2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002
- [15] 中华人民共和国行业标. 烟草及烟草制品、总氮的测定、连续流动法 YC/T161-2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002
- [16] 中华人民共和国行业标. 烟草及烟草制品、钾的测定、火焰光度法 YC/T173-2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003
- [17] Paz Jimenez M D, Horra A M, Peuzzo L, et al. Soil quality: A new index based on microbiological and biochemical parameters[J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 35:302-306
- [18] 李秀英, 赵秉强, 李絮花, 等. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系[J]. 中国农业科学, 2005, 38(8): 1591-1599
- [19] Choi K H, Dobbs F C. Comparison of two kinds of biological microplates (GN and ECO) in their ability to distinguish among aquatic microbial communities[J]. Journal of Microbiological Methods, 1999, 36, 203-213
- [20] 王瑞新. 烟草化学. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [21] 唐莉娜, 熊德忠. 有机肥与化肥配施对烤烟生长发育的影响[J]. 烟草科技, 2000(10): 32-34
- [22] 武雪萍, 朱凯, 刘国顺, 等. 有机无机肥配施对烟叶化学成分和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2005(1): 10-13
- [23] 熊德中, 刘淑欣, 李春英, 等. 有机-无机肥配施对土壤养分和烤烟生育的影响[J]. 福建农业大学学报, 1996, 25(3): 345-349
- [24] 杨春江, 胡钟胜, 施旭, 等. 氮条件下饼肥与无机肥配合施用对烤烟生长与土壤养分淋失的影响[J]. 土壤, 2013, 45(3): 399-404
- [25] 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
- [26] 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, 23(3): 85-92
- [27] 刘新源, 刘国顺, 刘宏恩, 等. 生物炭施用量对烟叶生长、产量和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 43(2): 58-62
- [28] 李静静, 丁松爽, 李艳平, 等. 生物炭与氮肥配施对烤烟干物质积累及土壤生物学特性的影响[J]. 浙江农业学报, 2016, 28(1): 96-103

- [29] 张继旭, 张继光, 张忠锋, 等. 秸秆生物炭对烤烟生长发育、土壤有机碳及酶活性的影响[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(5): 16–21
- [30] 刘领, 王艳芳, 宋久洋, 等. 生物炭与氮肥减量配施对烤烟生长及土壤酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2016, 45(2): 62–66
- [31] 常剑波, 祁春苗, 李致新. 微生物有机肥对烤后烟叶化学成分和致香物质含量的影响试验[J]. 现代农业科技, 2011, (2): 60–61
- [32] 姚忠达, 黄一兰, 吴克松, 等. 不同有机肥对烟叶产量和质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 17951–17953
- [33] 李俊华, 沈其荣, 褚贵新, 等. 氨基酸有机肥对棉花根际和非根际土壤酶活性和养分有效性的影响[J]. 土壤, 2011, 43(2): 277–284
- [34] 杨云高, 王树林, 刘国, 等. 生物有机肥对烤烟产质量及土壤改良的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(4): 70–74

## Effects of Different Organic Materials on Soil Improvement and Tobacco Yield and Quality

ZHANG Qiming, CHEN Renxiao, GUAN Chengwei, YUAN Jumin, HE Kuanxin\*  
(*Jiangxi Tobacco Research Institute, Nanchang 330025, China*)

**Abstract:** A field experiment was conducted to study the application effects of different organic materials (including conventional commercial organic fertilizer, bio-organic fertilizer and biochar) on soil improvement and flue-cured tobacco yield and quality in order to realize the sustainability of flue-cured tobacco production. The results showed that compared with the local conventional fertilization (100% chemical fertilizer), the combination of organic materials with chemical fertilizers could enhance soil enzyme activities and soil microbial functional diversity, significantly increase potassium content and improve the coordination of chemical composition of flue-cured leaves, promote average price, fine tobacco ratio and economic benefits of flue-cured leaves. Comparatively, the combined application of bio-organic fertilizer and biochar is more effective.

**Key words:** Flue-cured tobacco; Organic materials; Yield and quality; Soil improvement