

## 生物有机肥对胶州烟区烤烟品质和安全性的影响

薄国栋<sup>1</sup>, 申国明<sup>1</sup>, 杨斌<sup>2\*</sup>, 吕文昌<sup>3</sup>, 王耀斌<sup>2</sup>, 邵振益<sup>2</sup>, 陶亘<sup>3</sup>, 于祥全<sup>1</sup>, 梁军伟<sup>1</sup>, 王旭<sup>4</sup>, 王晓磊<sup>4</sup>

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266100; 2. 山东青岛烟草有限公司, 山东青岛 266100; 3. 颐中烟草(集团)有限公司, 山东青岛 266100; 4. 山东中烟工业有限责任公司, 山东济南 250100)

**摘要** 为明确生物有机肥对胶州烟区烟叶内在品质及安全性的影响, 研究生物有机肥施用对烤烟田间农艺性状、经济性状、化学成分、重金属含量及农药残留的影响。结果表明, 与对照相比, 施用生物有机肥能够提高胶州烟区烤烟长势、产值产量、内在品质; 除汞外, 生物有机肥能够降低 7 种重金属及农药残留。可见, 生物有机肥能够促进烟株生长发育, 提高烟叶质量, 减少烤烟重金属含量及农药残留, 提高烤烟的安全性。

**关键词** 生物有机肥; 烟叶质量; 重金属; 农药残留

**中图分类号** S572 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)01-0170-03

**doi:**10.3969/j.issn.0517-6611.2020.01.051



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Effect of Bio-organic Fertilizer on the Quality and Safety of Flue-cured Tobacco in Jiaozhou Area

BO Guo-dong<sup>1</sup>, SHEN Guo-ming<sup>1</sup>, YANG Bin<sup>2</sup> et al (1. Tobacco Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Qingdao, Shandong 266100; 2. Qingdao Tobacco Limited Corporation, Qingdao, Shandong 266100)

**Abstract** In order to explore the effect of bio-organic fertilizer on the quality and safety of flue-cured tobacco in Jiaozhou area, an experiment of bio-organic fertilizer was conducted to study the effect of agronomical character, economic traits, chemical composition, heavy metal content and pesticide residues. Compared with control, bio-organic fertilizer could improve the growth, output value and quality of tobacco in Jiaozhou area. Except Hg, it also reduced other seven heavy metals (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb) and pesticide residues of tobacco leaves. As a result, bio-organic fertilizer could promote the growth and quality of flue-cured tobacco, reduce the content of heavy metal and pesticide residues and improve the safety of flue-cured tobacco.

**Key words** Bio-organic fertilizer; Quality of tobacco leaves; Heavy metal; Pesticide residues

长期以来人们为了追求烟叶产量的最大化, 投入大量的化学肥料, 导致土壤板结、土壤酸化及土壤性质恶化等现象, 严重影响了烟叶生长及烟叶品质<sup>[1]</sup>, 其对烟叶安全性的影响也日益凸显<sup>[2]</sup>。大量施用化肥降低烟株抗病性, 增加农药施用量, 这不仅对生态环境造成破坏, 而且导致烟叶农药残留增加<sup>[3]</sup>。长期施用化肥土壤酸化还会增强土壤重金属含量离子的活性, 植株对重金属离子的吸收增加, 烟叶中的重金属含量增加<sup>[4]</sup>, 严重影响了烟叶的安全性。

生物有机肥是以畜禽粪便、动植物残体及生活垃圾等有机物料作为原料, 配施一定的氮、磷、钾及一定比例的微量元素肥料, 并加入对改善土壤理化性质、作物吸收及元素释放等特定功能微生物, 是一种兼具微生物肥力和有机效应的肥料<sup>[5]</sup>。生物有机肥中含有大量功能菌, 具有改良土壤、提高肥料利用率、减少病虫害发生等特点。研究表明, 生物有机肥能够调节土壤养分, 改善土壤微生物群落数量及结构, 增加土壤酶活性, 促进土壤团粒形成<sup>[6-10]</sup>。生物有机肥能够促进烟株生长发育, 提高烟叶品质<sup>[11]</sup>。

目前, 胶州烟区因长期施用化肥导致的烤烟生长发育及烟叶质量下降等问题较为突出, 针对当地烟区生物有机肥施用对烤烟的影响研究鲜有报道。笔者通过生物有机肥与常规施肥比较试验, 探究生物有机肥对烟叶质量及其安全性的

影响, 旨在为胶州烟区烟叶可持续发展提供理论支持。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地设在山东省青岛市胶州市里岔镇西安家沟村, 试验区土壤为棕壤, 前茬作物为烤烟, 土壤理化性质: pH 5.76, 速效钾 194.24 mg/kg, 铵态氮 24.01 mg/kg, 硝态氮 129.84 mg/kg, 有机质 38.67 g/kg, 有效磷 45.69 mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试烤烟品种为当地主栽品种中烟 100。供试肥料见表 1。

表 1 肥料养分含量

Table 1 The nutrient content of fertilizers

编号 Code	肥料种类 Fertilizer type	肥料养分含量 Fertilizer nutrient content
1	发酵饼肥	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=6:1:2
2	烟草专用复合肥	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=10:10:20
3	硫酸钾复合肥	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=0:0:50
4	硝酸钾复合肥	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=13.5:0:44.5
5	磷酸二胺	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=18:46:0
6	复合微生物有机肥	有效活菌数≥0.2亿个/g, N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O≥8%, 有机质≥20%
7	微生物菌剂(液体)	有效活菌数≥2亿个/g

**1.3 试验设计** 试验共设置 2 个处理, 每个处理设置 3 个重复, 随机排列, 每个小区面积为 80 m<sup>2</sup>, 株行距为 50 cm×120 cm, 种植密度为 16 500 棵/hm<sup>2</sup>, 试验田管理按照当地优质烟叶栽培管理措施进行。

CK(对照): 常规施肥, 于移栽前将发酵豆饼 300.0 kg/hm<sup>2</sup>、烟草专用肥 324.0 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾复合肥 153.0 kg/hm<sup>2</sup> 平地条施后起垄。移栽后 30~35 d, 追施硝酸钾复合肥 88.5 kg/hm<sup>2</sup>、

**基金项目** 中国烟草总公司山东省公司科技项目“新型肥料对烤烟综合效能评价研究”(KN254)。

**作者简介** 薄国栋(1986—), 男, 山东临沂人, 农艺师, 硕士, 从事烟草种植及土壤生态研究。\*通信作者, 高级农艺师, 从事烟草种植研究。

**收稿日期** 2019-06-10; **修回日期** 2019-07-16

磷酸二胺 30.0 kg/hm<sup>2</sup>。T:于移栽前将复合微生物有机肥 2 400 kg/hm<sup>2</sup> 于起垄前均匀撒施于土壤表面,用旋耕起垄机进行起垄。移栽后 30~35 d,将微生物菌剂 30 L/hm<sup>2</sup> 用清水稀释 300 倍喷施地上植株和地表土壤,喷至叶面滴水、土壤湿润为宜。

#### 1.4 检测项目与方法

**1.4.1 农艺性状。**田间调查记载按照《中华人民共和国烟草行业标准 YC/T 142—1998 烟草农艺性状调查方法》,调查平顶期烤烟农艺性状,包括株高、叶数、茎围、节距、最大叶长及叶宽。

**1.4.2 经济性状及内在化学品质。**按照烤烟标准(GB 2635—92)分级测产,按照当地收购价格计算产量,选取 C3F 烟叶样品,采用近红外光谱法测定烟叶化学成分<sup>[12]</sup>。

**1.4.3 重金属。**选取 C3F 烟叶样品,粉碎后过 40 目筛后,铜、锌、镍、铅、镉采用原子吸收分光光度法测定,砷采用二乙基二硫代氨基甲酸银比色法测定,汞采用冷原子吸收法测定<sup>[13]</sup>。

**1.4.4 农药残留。**异恶草酮、三唑醇、三唑酮按参照 YC/T 405.1—2011 检测,高效氯氟氰菊酯按参照 YC/T 405.2—2011 检测,仲丁灵、除芽通、氟节胺、苯醚甲环唑按参照 YC/T 405.3.2011 检测,菌核净参照 YC/T 218—2007 检测。

**1.5 数据分析** 采用 Microsoft Excel 2007 和用 SAS 9.2 软件进行数据分析。

### 2 结果与分析

**2.1 烤烟农艺性状** 由表 2 可知,在烤烟生长平顶期,与 CK 相比,生物有机肥提高了烤烟的株高、腰叶叶长及叶宽。施用生物有机肥能够改善烤烟的长势,对烟株的生长发育起到一定的促进作用。

**2.2 烤烟经济性状** 由表 3 可知,与 CK 相比,T 处理产量提高了 3.18%,产值提高了 3.54%。此外,烤烟上中等烟比例及均价也相应提高。因此,生物有机肥施用能够增加烤烟经济效益,提高烟农收益。

表 4 烤烟中部叶化学成分

Table 4 The chemical composition in the middle leaves of flue-cured tobacco

处理 Treatment	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar//%	总氮 Total nitrogen//%	钾 Potassium//%	氯 Chlorine	糖碱比 Sugar base ratio	氮碱比 Nitrogen- base ratio	钾氯比 Potassium chloride ratio
CK	3.37 a	25.57 a	21.86 a	2.27 a	1.25 b	1.09 a	7.58	0.67	1.15
T	3.17 a	22.11 b	19.23 b	2.18 a	1.99 a	0.73 b	7.00	0.68	2.72

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

**2.4 烤烟中部叶重金属含量** 重金属是影响烤烟质量安全的重要因子,烟叶燃吸过程中可通过主流烟气进入人体,对人体造成潜在危害。通过对烟叶 8 种主要重金属的检测可

表 2 平顶期烤烟农艺性状

Table 2 The main agronomical character of flue-cured tobacco at ceiling period

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem circum- ference //cm	有效叶数 Effective leaf number 个	腰叶叶长 Waist length cm	腰叶叶宽 Waist width//cm
CK	107 a	8.43 a	18 a	54.5 b	19.8 b
T	109 a	8.80 a	18 a	55.5 a	21.6 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

表 3 烤烟主要经济性状

Table 3 The main economic traits of flue-cured tobacco

处理 Treat- men	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 元/hm <sup>2</sup>	单价 Unit price 元/kg	上等烟比例 Proportion of superior tobacco//%	上中等比例 Proportion of superior and middle tobacco//%
CK	2 247.9 b	51 252.15 b	22.80 a	54.23	79.90
T	2 319.3 a	52 880.10 a	22.88 a	55.94	85.47

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

**2.3 烟叶化学成分** 烤后烟叶的化学成分与烟叶的内在品质密切相关,烟叶中的总糖、还原糖含量与烤烟的吃味有关,总氮及烟碱与烟气的刺激性有关,钾、氯与烟叶的燃烧性密切相关,在一定程度上,烤烟的糖碱比、氮碱比及钾氯比能够反映烤烟烟气的醇和度、刺激性及燃烧性<sup>[14]</sup>。优质烤后烟叶最适范围:烟碱 2%,总糖 22%~28%,还原糖 15%~20%,总氮 2.5%,钾>2%,氯 0.3%~0.8%,糖碱比 6~10,氮碱比 0.8~0.9,钾氯比>4。由表 4 可知,与 CK 相比,T 处理烤烟中部叶的烟碱、总糖、还原糖、总氮及氯含量均不同程度的降低,钾含量增加。且 T 处理烤烟中部叶的烟碱、还原糖、钾、氯含量、钾氯比较 CK 更接近烤烟内在化学成分的范围。生物有机肥能够协调烤烟烟叶内在化学成分,提高烤烟内在品质。

以看出,除汞(Hg)的影响较小外,T 降低了烟叶中其他 7 种重金属(Cr、Ni、Cu、Zn、As、Cd、Pb)含量(表 5)。

表 5 烤烟中部叶重金属含量

Table 5 The heavy metals contents in the middle leaves of flue-cured tobacco

处理 Treatment	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
CK	3.64	6.56	18.57	22.09	0.32	1.14	0.04	1.42
T	2.65	4.16	7.81	11.86	0.29	0.82	0.03	0.72

μg/kg

2.5 烤烟中部叶农药残留 T 处理菌核净、仲丁灵的含量降低了 20.4%、81.6%, 氟节胺和苯醚甲环唑的含量由 0.037、0.036 mg/kg 降为 0。生物有机肥施用能够降低烤烟烟叶农药残留含量, 提高烟叶质量安全性(表 6)。

表 6 烟叶农药残留检测

Table 6 Pesticide residues in flue-cured tobacco leaves

mg/kg

处理 Treatment	异恶草酮 Isooxalone	三唑酮 Triadimefon	菌核净 Dimethachlon	仲丁灵 Butralin	除芽通 Accotab	三唑醇 Triadimenol	氟节胺 Flumetralin	高效氯氟氰菊酯 Lambda-cyhalothrin	苯醚甲环唑 Difenoconazole
CK	0	0	0.049	0.408	0	0	0.036	0.037	0
T	0	0	0.039	0.075	0	0	0	0	0

### 3 结论与讨论

该研究结果表明, 施用生物有机肥能提高胶州烟区烤烟生长发育及产值, 这与刘汉军等<sup>[11]</sup>的研究结果一致, 此外, 生物有机肥均衡烟叶内在化学成分, 提高烤烟内在品质。由于施用生物有机肥增加了土壤中功能性微生物数量, 促进根系活力, 根系养分吸收能力增强。与此同时, 施用生物有机肥能够促进烤烟养分的均衡吸收, 有利于芳香物质的积累, 化学成分更加协调, 改善了烟叶内在质量<sup>[15-16]</sup>。

生物有机肥能够降低烟叶中重金属含量, 生物有机肥含有的有机质及微生物对重金属离子具有较强的吸附能力, 能够减少作物对重金属的吸收。此外, 生物有机肥中的有机质与土壤中的镉、铅等重金属络合或螯合形成有机化合物, 减少了其有效性, 进而减少了烟株的吸收<sup>[17]</sup>。生物有机肥提高了烟株的抗病性, 农药的施用减少, 烟叶中的农药残留降低。生物有机肥中功能性微生物的优势种群能占据根系生态区, 拮抗或抑制病原微生物感染根系, 提高作物抗病性<sup>[18]</sup>, 与此同时, 生物有机肥能够促进养分吸收并产生多种活性物质和抗、抑病物质调控作物生长, 进而降低病虫害的发生<sup>[19]</sup>。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 徐刚, 季学军. 提高烟叶安全性的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(24): 14578-14582, 14641.
- [3] 陈庆园, 黄刚, 商胜华. 烟草农药残留研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(11): 4575-4576, 4614.
- [4] BRADL H B. Adsorption of heavy metal ions on soil and soils constituents [J]. Journal of colloid and interface science, 2004, 277(1): 1-18.
- [5] 付小猛, 毛如菊, 沈正松, 等. 中国生物有机肥的发展现状与趋势[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(3): 401-404.
- [6] 曲成闯, 陈效民, 韩召强, 等. 生物有机肥对潮土物理性状及微生物量碳、氮的影响[J]. 水土保持通报, 2018, 38(5): 70-76.
- [7] 何虢, 王强义, 王明旭, 等. 生物有机肥与烟草专用复合肥配施对植烟土壤理化性质、微生物数量及酶活性的影响[J]. 耕作与栽培, 2017(1): 22-24, 47.
- [8] 侯会静, 韩正砥, 杨雅琴, 等. 生物有机肥的应用及其农田环境效应研究进展[J]. 中国农学通报, 2019, 35(14): 82-88.
- [9] WANG J F, LI X L, XING S Z, et al. Bio-organic fertilizer promotes plant growth and yield and improves soil microbial community in continuous monoculture system of *Chrysanthemum morifolium* cv. Chuju [J]. International of agriculture and biology, 2017, 19(3): 563-568.
- [10] 柴文亚, 李红丽, 王勇, 等. 生物有机肥防治烟草黑胫病效果及对烟株生长发育的影响[J]. 天津农业科学, 2014, 20(4): 24-27.
- [11] 刘汉军, 刘蕾, 刘轶豪, 等. 不同生物有机肥对烤烟产质量及土壤养分的影响[J]. 生态科学, 2018, 37(6): 91-96.
- [12] 董小卫, 马强, 厉昌坤, 等. 近红外检测把烟叶片化学成分技术研究[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(4): 10-14.
- [13] 黄爱缙, 木志坚, 王强, 等. 土壤-气候和烤烟品种及其互作对昭通烟叶重金属含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(5): 1-6.
- [14] 刘卉, 周清明, 黎娟, 等. 生物碳施用量对土壤改良及烤烟生长的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(7): 1411-1419.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 张亚丽, 沈其荣, 姜洋. 有机肥料对镉污染土壤的改良效应[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 212-218.
- [18] 贺超, 王文全, 侯俊玲. 中药药渣生物有机肥的研究进展[J]. 中草药, 2017, 48(24): 5286-5292.
- [19] 沈德龙, 曹凤明, 李力, 等. 我国生物有机肥的发展现状与展望[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 1-5.