

生物有机肥对植烟土壤及烤烟生长发育影响研究进展

薄国栋¹, 杨斌^{2*}, 黄广华³, 牛春胜⁴, 白培波⁴, 邵振益², 王启业², 杜本林², 高强⁵

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266100; 2. 青岛市烟草公司, 山东青岛 266100; 3. 浙江中烟工业有限责任公司, 浙江杭州 310000; 4. 吉林省烟草公司延边公司, 吉林延边 133700; 5. 临沂市烟草公司, 山东临沂 276000)

摘要 综述了生物有机肥施用对土壤理化性质、烤烟生长发育、抗病性、品质及烟叶重金属的影响, 并对当前制约生物有机肥推广应用的原因进行了分析, 为生物有机肥在烟叶生产中的施用提供了理论依据。

关键词 生物有机肥; 植烟土壤; 烤烟

中图分类号 S572 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)18-0023-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.18.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research Progress on Effects of Bio-organic Fertilizer on Soil and Growth of Flue-cured Tobacco

BO Guo-dong¹, YANG Bin², HUANG Guang-hua³ et al (1. Tobacco Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Qingdao, Shandong 266100; 2. Qingdao Tobacco Company, Qingdao, Shandong 266100; 3. China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310000)

Abstract The effects of bio-organic fertilizer application on soil physical and chemical properties, growth and development of flue-cured tobacco, disease resistance, quality, and heavy metals in tobacco leaves were reviewed. The reasons of restricting the application of bio-organic fertilizer were analyzed, which provided theoretical basis for the application of bio-organic fertilizer in flue-cured tobacco production.

Key words Bio-organic fertilizer; Tobacco-planting soil; Flue-cured tobacco

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。生物有机肥是一种兼具微生物肥力和有机肥效应的肥料^[1]。由于生物有机肥含有大量功能菌, 可以改良土壤, 提高肥料利用率, 减少病虫害的发生等^[2], 因此, 生物有机肥施用对土壤及烤烟生产具有重要意义。笔者根据现有研究结果, 综述了生物有机肥施用对植烟土壤、烤烟生长发育及烟叶品质的影响, 剖析了当前制约生物有机肥发展的因素, 以期对生物有机肥的推广应用提供理论基础。

1 生物有机肥对植烟土壤的影响

长期以来, 人们为了追求烟叶产量最大化, 大量施用农药、化肥, 不仅导致土壤板结、酸化及性质恶化等现象, 而且严重影响了烟叶生长及烟叶品质。大量施用化肥导致烟株抗病性降低, 增加农药施用量, 破坏了生态环境。土壤健康是指土壤保持及提高作物品质及产量的能力。参照康奈尔土壤健康评价体系^[3]及我国植烟土壤状况, 土壤健康评价体系主要包括土壤物理性状, 如土壤容重、土壤孔隙度、土壤团聚体、土壤质地、田间持水量及土壤表层硬度; 土壤化学性质, 如土壤有机质、pH、速效氮、有效磷、速效钾、氯离子、矿质离子; 土壤生物指标, 如微生物数量、微生物多样性、土壤酶活等^[4]。

1.1 对植烟土壤物理性状的影响 研究表明, 生物有机肥中的微生物能够改善土壤结构, 促进土壤团粒结构的形成, 减少土壤容重, 增大土壤总孔隙度, 增加土壤的保水性^[5]。曲

成闯等^[6]研究表明, 生物有机肥能够使土壤容重降低 10.37%~19.26%, 使田间持水量和导水率提高 13.12%~32.25%、37.28%~67.11%。何斌等^[7]研究表明, 生物有机肥施用能够降低土壤容重, 增加土壤孔隙度, 且与常规施肥处理间差异显著, 土壤的通气性也增加, 为植物根系生长发育提供了良好的生态环境。生物有机肥施用能够改善植烟土壤的物理状况, 为烟株生长提供良好的土壤环境^[8]。

1.2 对植烟土壤化学性质的影响 与传统施肥相比, 生物有机肥可减少氮磷流失, 提高土壤的保肥性能^[9]。施用生物有机肥能够提高植烟土壤中的有机质, 降低土壤酸性状况, 提高土壤中速效氮、磷、钾的含量^[10]。徐洪宇等^[11]的研究表明, 施用枯草芽孢杆菌有机肥能够满足烤烟旺长期土壤养分含量的需求。刘国顺等^[12]的研究表明, 生物有机肥提高了烤烟土壤有机质, 增加了土壤 pH, 使土壤碱解氮、速效磷及速效钾含量与烟株的生长发育趋于协调。Singh 等^[13]的研究表明, 生物有机肥配施化肥, 烤烟根系土壤氮、磷、钾含量分别增加 34.8%、88.3%及 16.6%。介晓磊等^[14]的研究表明, 生物有机肥对提高烟草生长前期土壤速效钾的含量影响不大, 而生长后期土壤速效钾的含量升高 2.96%~41.14%, 烟叶的品质提高。生物有机肥能够增加植烟土壤中的养分含量, 为烟株生长发育提供营养保证。

1.3 对植烟土壤生物学性状的影响 土壤微生物通过分泌产生的生物酶调节土壤中营养元素的转化过程, 是评估土壤生物指标功能的重要指标^[15]。土壤微生物数量是衡量土壤质量及土壤肥力的指标, 生物有机肥本身含有丰富的微生物种群及数量^[16], 生物有机肥能改善根际土壤微生物群落的数量和结构, 提高土壤多样性及土壤酶活性^[17]。施用生物有机肥可明显提高根际土壤细菌、真菌的数量, 增加土壤酶活性^[18]。孙薇等^[19]的研究表明, 施用生物有机肥较常规施

基金项目 中国烟草总公司山东省公司科技项目(201903)。

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, 从事烟草栽培研究。

收稿日期 2019-11-18; **修回日期** 2019-12-03

肥可显著提高土壤酸性磷酸酶、蔗糖酶及脱氢酶的活性,因为有机肥施用后受到刺激,生物量增加,释放的细胞外酶增加^[20]。土壤微生物群落结构与有机肥的施用种类密切相关,生物有机肥能够显著提高土壤细菌丰富度及优势菌群的数量,随着生物有机肥施用量的增加,烤烟根际土壤细菌及放线菌数量、微生物碳源利用强度、丰富度均有上升的趋势^[21]。

2 生物有机肥对烤烟生长发育及品质的影响

2.1 对烟株生长发育的影响 施用生物有机肥能够显著促进烟株生长,改善烟株长势长相^[22]。苗床期施用生物有机肥能够提高烟株地上部干重,促进烟苗的早发快长,培育壮苗。移栽期穴施一定量的生物有机肥能够促进烟株根系发育,提高烟株成苗率^[23]。旺长期施用生物有机肥能够增加土壤中的有机质,调节土壤养分含量,改善烟株根际营养,与常规施肥相比,施用生物有机肥烟株的株高增加 10.3%^[24]。有机肥可促进成熟期烤烟植株的生长发育,显著增加了烤烟株高、茎围,促进了烤烟叶片开片^[25]。易克等^[26]研究表明,通过施用烟秆-菜籽饼生物有机肥能够促进烤烟株高、叶长和叶宽。李艳平等^[27]的研究表明,无机肥与有机肥混用可增强烟株根系活力,有机质增加了土壤中有效能源物质,促进了土壤微生物繁殖加快,而微生物代谢产物能刺激烤烟根系,促进根系活力增强。合理的施用生物有机肥能够促进烟株生长发育。

2.2 对烤烟内在品质的影响 李迪秦等^[28]的研究表明,复合微生物有机肥可以提高烟叶内在化学成分的协调性,可用性指数较单施化肥处理提高了 3.45%~6.06%。生物有机肥配施能够使烟叶的糖碱比、糖氮比及氮碱比更适宜,内在的化学成分更加协调,改善烤烟的品质^[29]。介晓磊等^[14]研究指出,生物有机肥能够降低烟叶中氯的含量,增强烟叶的燃烧性。刘学琴^[30]研究表明,生物有机肥施用能够降低烤烟上中部烟叶蛋白质的含量,增加总糖含量,使烤烟内在化学成分趋于协调,烟叶质量得到提高。周文亮等^[31]的研究表明,生物有机肥处理的烟叶化学成分更接近优质烟叶,生物有机肥可以提高烟叶香气量及香气质,减少烟叶刺激性,使烟叶吃味变好。齐永杰等^[32]的研究同样表明,根区施用生物有机肥能够提高烤烟的感官评吸质量。

2.3 对烟株抗病性的影响 烟草病虫害的发生是影响我国优质烟叶生产的重要因素。据不完全统计,因病害造成的烟叶经济损失高达 7 亿元以上。因此烟叶中存在大量的农药残留,严重影响了烤烟生产的安全,这些农药残留主要来自杀虫剂、除草剂等^[33]。生物有机肥含有的功能性微生物的优势种群在土壤中大量定殖,占据根系生态区,能拮抗或抑制病原微生物感染根系,提高作物抗病性^[34],生物有机肥能够促进养分吸收并产生多种活性物质和抗、抑病物质促进调控作物生长,进而减少并降低病虫害的发生^[35]。刘艳霞等^[36]的研究表明,施用生物有机肥可以提高拮抗菌数量,抑制根际土壤病原菌的数量,显著降低烟田青枯病的发病率。蔡秋华等^[37]的研究认为,有机肥配施化肥能够增加土壤微

生物生态系统的稳定性和抑病性,从而降低土壤土传病害的发生,使烟株青枯病的发病率降低了 69.66%。生物有机肥中含有大量抗生素能够提高作物抗病性,生物有机肥能改变根系中分泌物种类和含量,改善根际环境,提高作物的抗病性^[38]。张云伟等^[39]的研究发现,生物有机肥能显著降低烤烟黑胫病的病情指数,降低烤烟黑胫病的危害程度。有机物料的加入能够增加微生物群落结构的丰度及多样性,从而增加微生物的抵御能力,减少土传病害的发生。与此同时,土壤中的放线菌能将有机态养分转化为有效态,并且产生抗生素抑制土传病害的发生^[40]。

2.4 生物有机肥对烟叶重金属含量的影响 近年来,吸烟与健康受到广泛的关注,提高烟叶安全性已经成为烟草行业生存及发展的共同目标,当前烟叶安全性主要以烟叶农药残留、重金属等物质对吸烟者的健康造成威胁^[41]。烟叶安全性是指烟叶在燃吸过程中对人体健康的危害。烟草农业是烟叶生产的源头,是保障优质烟叶生产的基础,对烟叶安全性有至关重要作用^[33]。降低烟叶中的有害成分,提高烟叶安全性在烟草行业中有非常重要的作用。重金属以有效的形式存在于烟叶结构组织中,加工卷烟后再以烟气的形式进入人体,对人体健康造成严重的影响^[42]。重金属一旦进入人体内,往往积蓄在体内,对人体造成潜在的危害,所以加强降低烟叶中重金属残留方面的技术研究对推动我国烟草产业可持续发展具有重要意义^[43]。重金属沸点低,容易在燃烧抽吸时进入烟气,从而进入人体肺部,长期积累会影响人体健康,过量的重金属积累还会抑制烟株的生长发育^[44]。生物有机肥含有较多有机质及微生物,这些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^[45]。张亚丽等^[46]研究表明,商品有机肥与无机肥配施使烟叶铅含量较对照降低 43.83%,镉含量降低 33.29%。有机肥施入土壤后与土壤中的镉、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。但也有研究表明,施入土壤中的有机肥在矿化过程中能够分解有机酸及腐殖酸,活化土壤中的重金属,促进作物的吸收^[47]。

3 总结与展望

通过有益微生物将动植物残体等有机废弃物经过加工变为生物有机肥,不但变废为宝,而且还可以改善土壤理化性质,提高烟叶品质及烟叶产量。在美国等发达国家,生物有机肥用量已占化肥总量的 40%以上,而我国有机肥用量不足 10%^[48]。笔者认为,制约生物有机肥在烟草农业生产中应用的因素主要有以下几点:①生物有机肥在农业生产中的作用逐渐被人们认识,但较其他普通有机肥料生产成本低,且运输成本没有相关的优惠政策及措施支持^[49],增加了其在烟草农业生产中的推广成本,综合经济投入较常规化肥大。②生物有机肥产品种类繁多,针对当地植烟土壤及烟草专用生物有机肥少,这对特定的产区及作物效果作用差。③生物有机肥的形态(粉状、颗粒)不一,粉状生物有机肥效果好,但大型机器施用时易造成施肥机械堵塞,颗粒状生物有

机肥虽便于机械操作,但效果较粉状生物有机肥差。

针对以上制约生物有机肥施用的现状,国家应出台相应的补贴政策,促进生物有机肥的推广。如,可以根据当地区大小,就地取材建厂,这不仅可以综合利用当地废弃物,还能减少运输等成本的增加。与此同时,还应结合当地种植土壤状况、烤烟品种及施肥方式,研发适合当地农业实施的肥料及农事操作方式。

参考文献

- [1] 付小猛,毛加菊,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.
- [2] 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.
- [3] 盛丰.康奈尔土壤健康评价系统及其应用[J].土壤通报,2014,45(6):1289-1296.
- [4] 李彩斌,张久权,陈雪,等.生物炭施用对土壤健康的影响及其对烤烟生产的潜在风险[J].中国烟草科学,2018,39(6):91-97.
- [5] 许自成,黎妍妍,肖汉乾,等.湖南烟区土壤交换性钙、镁含量及对烤烟品质的影响[J].生态学报,2007,27(11):4425-4433.
- [6] 曲成国,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] 何斌,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.
- [8] 刘雪琴.有机肥对烤烟产量和品质的影响[D].重庆:西南大学,2007.
- [9] 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.
- [10] 王美新,邵孝侯,于静,等.EM 生物有机肥对植烟土壤理化性质的影响[J].江苏农业科学,2012,40(6):323-325.
- [11] 徐洪宇,孙兴权,张强,等.枯草芽孢杆菌有机肥对土壤条件及烤烟产质量的影响[J].湖南农业科学,2017(7):55-58.
- [12] 刘国顺,彭华伟.生物有机肥对烤烟土壤肥力及生长发育的影响[J].耕作与栽培,2004(3):29-31.
- [13] SINGH V J, SHARMA S D, KUMAR P, et al. Conjoint application of bio-organic and in organic nutrient sources for improving cropping behavior, soil properties and quality attributes of apricot (*Prunus armeniaca*) [J]. Indian journal of agricultural sciences, 2010, 80(11):981-987.
- [14] 介晓磊,王镇,化党领,等.生物有机肥对土壤氮磷钾及烟叶品质成分的影响[J].中国农学通报,2010,26(1):109-114.
- [15] EKENLER M, TABATABAI M A. Responses of phosphatases and arylsulphatase in soils to liming and tillage systems [J]. Journal of plant nutrient and soil science, 2003, 166(3):281-290.
- [16] LAVAHUN M F E, JOERGENSEN R G, MEYER B. Activitie and biomass of soil microorganisms at different depths [J]. Biology and fertility of soils, 1996, 23:38-42.
- [17] 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 journal of agriculture and biology, 2017, 19(3):563-568.
- [18] 李姣,刘国顺,高琴,等.不同生物有机肥与烟草专用复合肥配施对烤烟根际土壤微生物及土壤酶活性的影响[J].河南农业大学学报,2013,47(2):132-137.
- [19] 孙薇,钱勋,付青霞,等.生物有机肥对秦巴山区核桃园土壤微生物群落和酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2013,19(5):1224-1233.
- [20] 薛峰,颜廷梅,杨林章,等.施用有机肥对土壤生物性状影响的研究进展[J].中国生态农业学报,2010,18(6):1372-1377.
- [21] 李军营,邓小鹏,杨坤,等.施用有机肥对植烟土壤理化性质的影响[J].中国土壤与肥料,2012(3):12-16.
- [22] 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.
- [23] 滕桂香,邱慧珍,张春红,等.微生物有机肥对烤烟育苗、产量和品质的影响[J].中国生态农业学报,2011,19(6):1255-1260.
- [24] 冯国胜,祝照宇,杨立均,等.微生物有机肥对豫南烤烟大田生长发育的影响[J].安徽农业科学,2009,37(6):2611-2612.
- [25] 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.
- [26] 易克,杨文蛟,张锦韬,等.施用生物有机肥对烤烟生长及产质量的影响[J].耕作与栽培,2018(6):9-12.
- [27] 李艳平,刘国顺,丁松爽,等.混合有机肥用量对烤烟根系活力及根际土壤生物特性的影响[J].中国烟草科学,2016,37(1):32-36.
- [28] 李迪泰,龚湛武,李玉辉,等.复合生物有机肥对烤烟光合生理特性及土壤微生物的影响[J].中国农业科技导报,2017,19(9):109-116.
- [29] 彭艳,周冀衡,杨虹琦,等.烟草专用肥与不同有机肥配施对烤烟生长及主要化学成分的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2008,34(2):159-163.
- [30] 刘学琴.有机肥对烤烟产量和品质的影响[D].重庆:西南大学,2007.
- [31] 周文亮,赖洪敏,全建华,等.施用复合有机肥对烤烟生长和烟叶品质的影响[J].西南农业学报,2013,26(2):647-652.
- [32] 齐永杰,徐文兵,邓小华,等.根区施用不同生物有机肥对稻茬烤烟生长和产质量的影响[J].烟草科技,2018,51(5):24-31.
- [33] 潘义宏,周丽娟,王娟,等.烟叶安全性影响因素及其关键农业控制技术研究进展[J].河南农业科学,2013,42(5):5-11.
- [34] 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.
- [35] 沈德龙,曹凤明,李力.我国生物有机肥的发展现状及展望[J].中国土壤与肥料,2007(6):1-5.
- [36] 刘艳霞,李想,曹毅,等.抑制烟草青枯病型生物有机肥的田间防效研究[J].植物营养与肥料学报,2014,20(5):1203-1211.
- [37] 蔡秋华,赵正雄,左进香,等.有机肥配施减量化肥对烤烟青枯病及其根际微生物的影响[J].烟草科技,2018,51(11):20-27.
- [38] 赵兰凤,胡伟,刘小峰,等.生物有机肥对香蕉枯萎病及根系分泌物的影响[J].生态环境学报,2013,22(3):423-427.
- [39] 张云伟,徐智,汤利,等.生物有机肥对烤烟黑胫病及根际微生物代谢功能多样性的影响[J].中国烟草学报,2014,20(5):59-65.
- [40] 危跃,彭海峰,屠乃美,等.烟草肥效调控研究进展[J].作物研究,2008,22(S1):480-485.
- [41] 张勇.烟叶安全性的影响因素及提升措施[J].中国农村小康科技,2010(8):43-45.
- [42] 崔玉静,赵中秋,刘文菊,等.镉在土壤-植物-人体系统中迁移积累及其影响因子[J].生态学报,2003,23(10):2133-2143.
- [43] 杨永建,刘芳,李永忠,等.烟叶重金属及砷限量标准制订研究初探[J].云南农业大学学报,2007,22(4):525-530.
- [44] 马新明,李春明,袁祖丽,等.铅污染对烤烟光合特性、产量及其品质的影响[J].植物生态学报,2006,30(3):472-478.
- [45] NAIDU R, HARTER R D. Effect of different organic ligands on cadmium sorption by and extractability from soils [J]. Soil science society of America journal, 1998, 62(3):644-650.
- [46] 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.
- [47] 余贵芬,蒋新,孙磊,等.有机物质对土壤镉有效性的影响研究综述[J].生态学报,2002,22(5):770-776.
- [48] 侯云鹏,秦裕波,尹影侠,等.生物有机肥在农业生产中的作用及发展趋势[J].吉林农业科学,2009,34(3):28-29.
- [49] 李亮,张翔,毛家伟,等.生物有机肥在烟草上的应用研究进展及展望[J].中国农学通报,2016,32(18):47-52.