

有机肥对烤烟生长及其品质的影响研究进展

刘蒙蒙¹, 吴 钢², 徐维华³, 祝春岗⁴, 符 雷³, 时向东^{1*}

(1. 河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南 郑州 450002; 2. 川渝中烟工业有限责任公司, 四川 什邡 618400; 3. 海南省烟草专卖局, 海南 海口 570000; 4. 海南省烟草公司儋州市公司, 海南 儋州 571700)

摘要: 有机肥对植物生长品质的影响是当前科学研究的热点之一。综述了有机肥对烤烟根系生长、农艺性状、抗病性等的积极影响以及对烤后烟叶的物理特性、化学成分、抽吸质量和安全性等方面的改善作用, 并对有机肥在未来农业中的应用前景进行了展望。

关键词: 有机肥; 烤烟; 生长; 品质

中图分类号: S572 **文献标志码:** B **文章编号:** 1004-3268(2013)11-0007-05

Research Progress on Effects of Organic Fertilizer on the Growth and Quality of Tobacco

LIU Meng-meng¹, WU Gang², XU Wei-hua³, ZHU Chun-gang⁴, FU Lei³, SHI Xiang-dong^{1*}

(1. National Tobacco Cultivation & Physiology & Biochemistry Research Center, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Tobacco Industrial Limited Company of Chuanyu, Shifang 618400, China; 3. Hainan Province Tobacco Company, Haikou 570000, China; 4. Danzhou Branch of Hainan Province Tobacco Company, Danzhou 571700, China)

Abstract: Study of the impact of organic fertilizer on plant is one of the hot fields at present. This review summarized the positive effects of organic fertilizer on root growth, agronomic traits, disease resistance of flue-cured tobacco, and the improvement of physical characteristics, chemical composition, smoking quality, safety of the flue-cured tobacco leaves. The application prospects of organic fertilizer in the future agriculture were also prospected.

Key words: organic fertilizer; flue-cured tobacco; growth; quality

有机肥是指以各种动物废弃物和植物残体为原料, 采用物理、化学、生物或三者兼有的处理技术, 经过一定的加工工艺, 消除其中的有害物质达到无害化标准而形成的, 符合国家相关标准(NY 525—2002)及法规的一类肥料, 它不仅能为农作物提供全面营养, 而且肥效长, 是有机农业生产的主要养分。目前, 我国农业大量使用化肥、农药, 不仅杀死了土壤中的有益微生物, 对农作物品质产生不良影响, 还破坏了原有的生态平衡, 这种掠夺型的农业增长方式, 已成为污染环境、破坏生态、耗竭资源的重要源头。在这种环境背景下, 有机农业就应运而生了, 有机农业是实现农业可持续发展、满足人民需求、促进

农民增收、提高农业竞争力的迫切要求, 是现代农业的必由之路。近年来, 随着有机农业的发展, 有机烟的开发也逐渐受到人们的重视。2011年9月3日, 中国第一包有机烟——红塔集团高端产品“玉溪(庄园)”新品品鉴会在昆明隆重举行, 受到了与会烟草商业同仁和高端消费群体的高度评价。但同时也应该看到有机烟背后行业原料的重要性, 品牌要做大, 必须要有充足的优质原料作支撑。有机烟的原料主要是有机烟叶, 有机肥正是生产有机烟叶的肥料基础, 因此, 研究有机肥对烟叶品质的影响具有重要意义^[1-2]。综述了国内外关于不同有机肥对烤烟品质的影响, 以期有机肥在烤烟生产中的合理施用提

收稿日期: 2013-05-23

基金项目: 国家烟草总公司重点项目(110201202013)

作者简介: 刘蒙蒙(1989-), 女, 河南平顶山人, 在读硕士研究生, 研究方向: 烟草栽培生理。E-mail: lmm891227@163.com

* 通讯作者: 时向东(1966-), 男, 河南南阳人, 副教授, 博士, 主要从事烟草栽培生理研究。E-mail: yancaoshixd@163.com

供依据。

1 有机肥对烤烟生长发育的影响

1.1 有机肥对烤烟根系生长的影响

烟草的根属圆锥根系,由主根、侧根和不定根三部分组成,由于移栽时主根被切断,以后在主根和根颈部发生许多侧根,侧根又可产生 2 级侧根和 3 级侧根等。烟草株高叶大,较大的蒸腾强度需要根系吸收较多的水分,同时一些重要的有机物,诸如氨基酸、酰胺、激素和烟碱等都是在根部合成的,所以发达的根系对于烟株的生长至关重要^[3]。研究表明,有机肥的施用可降低土壤容重,增加土壤孔隙度,改善土壤通气状况^[4],有利于烟株根系下扎,吸收营养物质。而且有机肥还能够增加烟株根际土壤细菌、真菌、放线菌等微生物的数量,从而促进肥料的转化和根系对肥料的吸收^[5],增大根系干质量。

根吸收和运输水分的能力不仅仅依靠水势梯度,还受到液压阻力和渗透阻力的限制,二者产生的液压输导力和渗透输力对根的运输功能起重要作用^[6-7],饼肥和腐植酸与化肥配施能够使烤烟各级侧根的轴向液压输导力增强,从而促进根系对水分的吸收和运输^[8]。化党领等^[9]研究了生物有机肥对烤烟根系的影响,结果表明,生物有机肥能使烟株根鲜质量和根系体积增大,对烟株根系体积扩增影响最大。高家合等^[10]研究表明,腐熟有机肥可使烟草 1 级侧根和 2 级侧根的长度、数量、体积及干质量都有所增加。刘卫群等^[11]的研究显示,饼肥降解中产生的核苷酸、小肽和氨基酸等是生物活性调节剂,能够刺激烟草根系的生长。籍越等^[12]研究发现,饼肥可促进烟株根系活力和根系干质量的提高,而且可以使根冠比更协调,根系烟碱含量降低,根中可溶性糖含量增加。

1.2 有机肥对烤烟农艺性状的影响

有机肥可以使烟草株高、茎围、叶面积和叶片数不同程度增大^[13-14]。但是有机肥的肥效较化肥肥效慢,一般在烤烟生育期的后期表现出活性。化党领等^[9]研究发现,有机肥有利于株高增加,对叶长、叶宽、叶面积等增加的促进作用在旺长期之前没有表现出很大差距。林桂华等^[15]研究表明,化肥能促进烟株早期生长发育,有机肥则能够保证烟株后期的营养供应。因此,在施用有机肥时要配合施用化肥,而且有机肥比例不能过大。张建国等^[16]研究了生物复合有机肥对烤烟生长发育的影响,结果发现配施生物有机肥可使烟株生长速度加快,株高和有效叶数增多;但是有机肥比例过高时,使得烟株早期生

长迟缓,后期落黄较慢,成熟期延长。

1.3 有机肥对烤烟抗病性的影响

烟草是收获叶片的作物,其源与库相结合,一旦感染病害对其产量和质量影响很大。有机肥含有多微量元素,且有机质在分解时产生的中间产物含有一定的活性基团,能够络合或螯合土壤中的微量元素,提高微量元素的有效性^[17]。微量元素可以使氧化物酶同功酶的酶带数减少,活性降低,从而减少烟株病害的发生^[18]。有机肥在分解时还能产生抗生素类物质,使烟株的抗病力增强^[19]。

唐莉娜等^[20]研究了饼肥、鸡粪等有机肥对烤烟花叶病发病率的影响,结果表明,2 种有机肥均能提高烟株的抗病性,且施饼肥的发病率小于施鸡粪。张建国等^[16]研究发现,有机肥可增强烟株的抗病性,特别是对花叶病抗性提高,发病率减少 50% 以上。有机肥还可以通过改善植株钾素营养状况,来提高其对病原菌侵染的抵御能力,并促进某些抗病化合物的生成,减轻病害^[21]。

2 有机肥对烤后烟叶品质的影响

2.1 有机肥对烤烟物理特性和外观品质的影响

烟草的物理特性主要指叶片厚度、叶面密度、单叶质量、平衡水含量、填充值、含梗率等。烤烟中的鲜叶厚度一般为 0.22~0.33 mm,烤后叶厚度多为 0.10~0.14 mm,叶面密度一般为 65~90 g/m²,单叶质量为 7~14 g,平衡水一般为 12% 左右,填充值为 3.5~4.5 cm³/g,含梗率为 25%~30%^[3]。有研究表明,饼肥能够增加叶肉细胞的密度^[22],饼肥和腐植酸与化肥配施,能使烤烟中下部叶片栅栏组织厚度增加,叶片空隙度减小,叶肉细胞密度增加,在解剖结构上下部叶的特征更接近于中部叶,而且能够使烤烟上部叶片的厚度降低、组织疏松度适宜,内含物较为充实^[23]。因此,有机肥的施用可以改善烟叶的物理特性。沈铮^[24]通过研究发现,有机肥可以提高烤后烟叶的单叶质量、叶厚、叶质重和平衡含水率,降低其含梗率,填充值有所增加,但差异不显著。陈红华等^[25]研究表明,对烤烟增施有机物质可以提高平衡含水率,增加叶片厚度,促进叶质重、拉力和抗张强度增加,而使填充值下降。说明有机肥对烤烟填充值的提高贡献不大。

烟叶的外观品质是指烟叶的成熟度、油分、身份、叶面结构、叶片的大小和开展程度等,是烟叶分级的重要指标,也是评价一个地区烟叶质量的重要因子。刘星等^[26]研究了微生物有机肥对陇东烤烟质量的影响,结果表明,施用微生物有机肥的烟叶成

熟期延长,烟叶不仅生理成熟,而且内含物转化充分,烟叶成熟度提高。于卫松等^[27]研究发现,豆饼可以增大烟叶腺毛密度、改善烟叶油分,从而提高烟叶品质。也有研究显示,饼肥与化肥配施可使烤烟上部叶叶面积增大,厚度降低,同时改善烟叶的色泽、油分和弹性^[28]。

2.2 有机肥对烤烟化学成分的影响

2.2.1 含氮化合物 烟叶中的含氮化合物在一定范围内是有益因素,可以中和糖类化合物燃烧后产生的酸性物质。一般优质烟的总氮含量为 1.5%~3.5%,蛋白质含量为 8%~10%,烟碱含量为 1.5%~3.5%。有机肥能够提高烟株根际土壤中的蛋白酶和脲酶活性^[29],促进烟株对氮素的吸收、利用和分配。陈红华等^[30]研究发现,增施有机肥能够提高烤后烟叶中的氨基酸含量,改善烟叶质量。彭华伟等^[31]研究表明,50%生物有机肥与无机肥配比可促进烟株前期对氮素的吸收,降低后期的氮素吸收速率。石俊雄等^[13]研究发现,有机肥可以使烤烟中、下部烟叶的烟碱含量降低,上部叶烟碱含量不增加,而且有机肥还能降低中、上部叶的蛋白质含量。刘卫群等^[32]研究了芝麻饼肥对烟株氮素吸收及其分配的影响,发现芝麻饼肥有利于烟碱在根系中的合成,但对于烟株体内最终的烟碱含量影响不大;饼肥可以降低上部叶的蛋白质含量,而中、下部叶蛋白质含量先升高后降低,这有利于下部叶增厚和上部叶充分开片。我国的烤烟蛋白质含量普遍高于国外,蛋白质含量过高会在燃烧时产生臭味,影响烟叶的香吃味,在烤烟生产中,可以通过施用有机肥来改善蛋白质含量高的状况。

2.2.2 非含氮化合物 非含氮化合物包括单糖、双糖、淀粉、有机酸、石油醚提取物、萜烯类、多酚类、纤维素和果胶质等。一般认为,优质烤烟的总糖含量为 18%~20%,还原糖含量为 16%~18%,还原糖/总糖不小于 0.9,淀粉一般为 2%~4%。有机酸、石油醚提取物、萜烯类、多酚类等是形成香气的重要因素。

有机肥可以提高根际土壤中碳酸酶和转化酶的活性,碳酸酶可水解有机碳化合物,转化酶能裂解二糖,这 2 种酶活性的提高可促进土壤碳素营养^[29],从而促进糖类碳水化合物化合物的生成。而且有机肥施入土壤中所产生的有机酸、维生素、植物激素、氨基酸等小分子物质和多肽、酶类等大分子化合物被烟株吸收^[33],有利于烟株生成香气物质。有研究表明,施用活化有机肥可以提高烟叶总糖和还原糖的含量,还能使烟叶上、中、下 3 个部位烟叶的总糖与

还原糖比值增加^[34]。化党领等^[9]研究显示,生物有机肥可提高烤后烟叶的类胡萝卜素、类西柏烷类、苯丙氨酸、新植二烯等中性香气成分。刘星等^[26]研究提出,微生物有机肥能显著提高烟株圆顶时叶片的蔗糖转化酶活性,从而提高叶片碳代谢强度,促进后期烟叶中的同化产物向有机酸、醛类、酮类等小分子致香物质的转换。武雪萍等^[28]研究发现,饼肥不仅可以显著提高烟株上部叶和中部叶的石油醚提取物含量,而且还能提高豆蔻酸、月桂酸等饱和脂肪酸含量,降低亚麻酸、亚油酸等不饱和脂肪酸含量,对中、下部叶还原糖含量的提升也较明显。

2.2.3 矿物质含量 有机肥在分解时可产生草酸、酒石酸、乳酸、苹果酸、乙酸、柠檬酸和琥珀酸等,这些酸对不同形态的磷有活化作用^[35],所以,有机肥可以显著提高土壤中速效磷的含量。彭华伟等^[31]研究发现,施用有机肥的烟株前期对磷素的吸收速率较大,后期较小,这样促进了烟株前期对磷的吸收利用,降低后期烟叶对磷的吸收量,避免烟株因后期吸磷量过多而导致上部叶偏厚。除此之外,有机肥还能提高土壤中有机质和速效钾的含量^[36]。唐莉娜等^[20]研究表明,有机肥既能在土壤中分解有机酸,溶解土壤中的难溶性钾,又能使土壤的保肥性增加,减少钾离子淋失量,从而增加烟叶中的钾含量。有机肥还可以提高烟叶中磷、镁、锌、锰、钙、铁、铜的含量^[34],但是对于氯离子含量的影响不显著^[37]。

2.3 有机肥对烤烟抽吸质量的影响

烟叶的抽吸质量是指烟叶吸食时产生的劲头、刺激性、香气、杂气、吃味、余味和燃烧性等,烟叶评吸是鉴定烟叶品质最直接的方法。唐莉娜等^[20]研究表明,配施有机肥可以提高烟叶的香气质、香气量、劲头和刺激性,而基本不影响燃烧性、灰色、余味、浓度。武雪萍等^[38]研究发现,饼肥可以增加烟叶的香气量,使香气质纯净、杂气减少,还能提高燃烧性,使刺激性适中、余味舒适。张建国等^[16]研究发现,生物有机肥可以使烟叶的香气质提高、杂气减少,同时改善吃味,说明有机肥可以促进烟株平衡吸收各种养分,提高各种化学成分的协调性。

2.4 有机肥对烤烟安全性的影响

随着科学技术的迅猛发展,人们的生活水平不断提高,吸烟与健康的问题也越来越受到人们的重视,如何提高烟叶的安全性成为烟草行业亟待解决的问题。大量研究表明,施用有机肥可以提高烟叶安全性,因为有机肥的非水溶性分解产物会产生络合作用并能够提高土壤 pH 值,从而促进重金属沉淀、吸附,降低其有效性^[39]。付顺等^[40]在有机肥对

烤烟重金属吸收量的研究中发现,有机肥能够减少烤烟对 Pb 和 Cd 的吸收,降低烟叶中的 Pb、Cd 含量。此外,有机肥还能提高烟叶中硝酸还原酶的活性^[37],促进烟草叶片中 NO_3^- 的还原和同化,降低叶片中的硝酸盐和亚硝酸盐含量。由于硝酸盐和亚硝酸盐是烟草特有亚硝胺(TSNA)的前体物,因此,施用有机肥能够降低叶片中 TSNA 的含量。

3 展望

近年来,有机肥的研究受到了人们的广泛关注^[41-44],这不仅仅是因为有机肥可以提高作物的产量和品质,更多的是人们对于“原生态”的追求。同时,卷烟消费者对于有机烟的呼声也越来越高,这意味着有机肥的研究和利用在烤烟生产中变得愈来愈重要。随着人们对有机肥更深层次的研究和应用,相信 21 世纪将是一个“绿色”世纪,未来农业肥料也将朝着浓度化、专业化、长效化、多功能化及生物化的趋势发展。生物有机肥作为生物技术发展的产物和农业生产的一类重要肥源,终将获得广泛性的应用。

参考文献:

- [1] 刘国顺,彭华伟.生物有机肥对植烟土壤肥力及烤烟干物质积累的影响[J].河南农业科学,2005(1):46-48.
- [2] 李波,顾明华,沈方科,等.化肥配施不同有机肥对土壤养分释放及烤烟养分吸收的影响[J].河南农业科学,2011,40(7):55-60.
- [3] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [4] 杨丽萍,杨宇虹,赵正雄.有机肥对植烟土壤氮素供应及土壤性状的影响[J].烟草科技,2007(7):58-61.
- [5] 彭智良,黄元炯,刘国顺,等.不同有机肥对烟田土壤微生物以及烟叶品质和产量的影响[J].中国烟草学报,2009,15(2):42-45.
- [6] Jurgen Frensch, Ernst Steudle. Axial and Radial hydraulic resistance to roots of maize (*Zea mays* L.)[J]. Plant Physiol, 1989, 7: 717-726.
- [7] Eowin L F. The interaction between osmotic and pressure-induced water flow in plant roots[J]. Plant Physiol, 1975, 55: 917-922.
- [8] 高致明,王俊,袁秀云,等.不同肥料种类对烤烟根系侧根输导能力的影响[J].河南农业大学学报,1998,32(增刊):65-68.
- [9] 化党领,杨秋云,王镇,等.施用生物有机肥对烤烟生长及香气物质含量的影响[J].中国烟草学报,2011,17(1):63-64.
- [10] 高家合,杨祥,李梅云,等.有机肥对烤烟根系发育及品质的影响[J].中国烟草科学,2009,30(6):38-41.
- [11] 刘卫群,陈江华,刘建利.有机肥使用技术与烟叶品质关系[J].中国烟草学报,2003,9(增刊):9-17.
- [12] 籍越,饶学明,刘卫群,等.芝麻饼肥与无机肥配比对烟草根系生长发育的影响[J].河南农业大学学报,2003,37(3):241-244.
- [13] 石俊雄,郑少清,刁朝强,等.有机肥及施氮水平对烟叶质量和可用性的影响[J].中国烟草科学,2004,25(2):42-45.
- [14] 邵孝侯,刘旭,周永波,等.生物有机肥改良连作土壤及烤烟生长发育的效应[J].中国土壤与肥料,2011(2):65-67.
- [15] 林桂华,杨斌,上官克攀,等.施用有机肥对龙岩特色烟叶香气质量的影响[J].中国烟草科学,2003,24(3):9-10.
- [16] 张建国,聂俊华,杜振宇.复合生物有机肥在烤烟生产中的应用研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(4):424-428.
- [17] 杨玉爱,何念祖,叶正钱.有机肥料对土壤锌、锰有效性的影响[J].土壤学报,1990,10(2):195-201.
- [18] 韩锦锋,郭月清,刘国顺,等.微量元素与烟草花叶病、烟草产质的研究初报[J].中国烟草,1983(2):42-43.
- [19] 何念祖,孟赐福.植物营养原理[M].上海:上海科技出版社,1987.
- [20] 唐莉娜,张秋芳,陈顺辉.不同有机肥与化肥配施对植烟土壤微生物群落 PLFAs 和烤烟品质的影响[J].中国烟草学报,2010,16(1):36-40.
- [21] 张福锁.植物营养生态生理学和遗传学[M].北京:中国科学技术出版社,1993.
- [22] 高致明,刘国顺,段增强.烟草叶片发育的组织细胞学研究[J].河南农业大学学报,1991,25(1):24-28.
- [23] 时向东,刘国顺,袁秀云,等.不同肥料对烤烟叶片组织结构的影响[J].河南农业大学学报,1998,9(增刊):101-104.
- [24] 沈铮.饼肥与营养液联用对烤烟根区生态环境和烟叶品质的影响[D].郑州:河南农业大学,2010.
- [25] 陈红华,陈秋会,李富强,等.增施不同的有机物质对烤烟物理性状和氨基酸含量的影响[J].中国农学通报,2010,26(21):186-189.
- [26] 刘星,邱慧珍,张文明,等.微生物有机肥对陇东烤烟中性致香物质含量的影响及其机理初探[J].草业学报,2011,20(5):79-86.
- [27] 于卫松,王暖私,方松,等.豆饼有机肥对烤烟烟叶腺毛密度的影响[J].江西农业学报,2012,24(2):94-95.
- [28] 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):10-12.
- [29] 刘华山,韩锦峰,曾涛,等.饼肥与化肥配施对烤烟根际土壤酶活性的影响[J].中国烟草科学,2005,26(1):14-16.

(下转第 13 页)

- [4] 张丹.不同杂优群组合玉米杂交种杂种优势及亲子相关性研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2005.
- [5] 白永新,王早荣,陈宝国,等.玉米杂交种棒三叶特征及其叶面积与单株穗重、粒重的相关性研究[J].华北农学报,2000,15(2):32-35.
- [6] Mason L, Zuber M S. Corn leaf orientation effects on light interception, intraspecific competition, and grain yields[J]. Journal of Production Agriculture, 1999, 12(3):396-399.
- [7] 温海霞,蔡一林,王久光,等.9个玉米自交系主要株型性状的配合力分析[J].西南农业大学学报,2002,24(3):223-225.
- [8] 黄磊玉,吴广霞,王玉梅,等.黄早四及衍生自交系株型性状研究[J].玉米科学,2011,19(1):27-30.
- [9] 蔡一林,王久光,孙海燕,等.玉米几个株型性状的遗传模型及其与穗粒性状的典型相关分析[J].作物学报,2002,28(6):829-834.
- [10] 李少昆,赵明,王树安.玉米株型研究综述[J].玉米科学,1995,3(4):4-7.
- [11] 赵文明.玉米株型相关性状 QTL 定位与分析[D].郑州:河南农业大学,2008.
- [12] 司书丽,郝学景,魏春,等.玉米株型性状的亲子相关与杂种优势[J].玉米科学,2009,17(1):51-53.
- [13] 张兴端,霍仕平,向振凡,等.玉米重组群体株型性状和生物学特性的遗传潜势与杂种优势研究[J].西南农业学报,2005,18(6):675-679.
- ~~~~~
- (上接第 10 页)
- [30] 陈红华,陈秋会,李富强,等.增施不同的有机物质对烤烟物理性状和氨基酸含量的影响[J].中国农学通报,2010,26(21):186-189.
- [31] 彭华伟,刘国顺,吴学巧,等.生物有机肥对烤烟氮磷钾积累、吸收和含量的影响[J].中国烟草科学,2008,29(1):25-29.
- [32] 刘卫群,李天福,郭红祥,等.配施芝麻饼肥对烟株氮素吸收及其在烟碱、蛋白质和醚提物中分配的影响[J].中国烟草学报,2003,9(1):30-34.
- [33] 胡国松.烤烟营养原理[M].北京:科学技术出版社,2000.
- [34] 叶协锋,凌爱芬,喻奇伟,等.活化有机肥对烤烟生理特性和品质的影响[J].华北农学报,2008,23(5):190-193.
- [35] 章永松,林咸永,罗安程.有机肥(物)对土壤中磷的活化作用[J].植物营养与肥料学报,1998,4(2):151-155.
- [36] 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.
- [37] 裴军,王文杰,刘文涛,等.不同种类有机肥对中烟 100 农艺性状和产质量的影响[J].中国烟草科学,2010,31(5):34-37.
- [38] 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.
- [39] 谷勋刚,王果,方玲.有机肥非水溶性分解产物对铜、镉吸附及解吸的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(1):93-102.
- [40] 付顺,王珂清,胡钟胜.有机肥对烟草响应土壤重金属的影响[J].安徽农学通报,2010,16(5):91-93.
- [41] 武爱莲,焦晓燕,韩鹏远,等.增施有机肥对番茄生长、产量及土壤剖面硝态氮的影响[J].山西农业科学,2013,41(1):66-69.
- [42] 赵会纳,雷波,潘文杰,等.有机肥施用种类和时间对烤烟生长发育和品质的影响[J].河南农业科学,2012,41(10):53-57.
- [43] 梁伟,田兆福,韦建玉,等.有机肥对植烟土壤理化性状及烤烟产质量的影响[J].天津农业科学,2013,19(8):68-71.
- [44] 胡可,王利宾,王永富.生物有机肥的发展与展望[J].山西农业科学,2011,39(12):1334-1336.