

# 根区施用不同生物有机肥对烤烟根系生长发育的影响

徐文兵<sup>1</sup>, 吴峰<sup>1</sup>, 邓小华<sup>2\*</sup>, 齐永杰<sup>1</sup>, 罗建钦<sup>1</sup>, 李群岭<sup>1</sup>, 杨丽丽<sup>2</sup>, 李海林<sup>2</sup>, 罗伟<sup>2</sup>

(1.广西中烟工业有限责任公司, 南宁 530001; 2.湖南农业大学农学院, 长沙 410128)

**摘要:**为筛选可以施于烟苗根区的生物有机肥, 采用盆栽试验研究了不同生物有机肥施于根区对烤烟根系形态、根系生理特性及干物质的影响。结果表明, 生物有机肥施于根区, 可增加烤烟根系长度、体积、直径和分枝数, 提高烤烟根系活力, 增加烤烟干物质质量, 以三饼合一生物有机肥对烤烟的促生效果最好。三饼合一生物有机肥、烟秸生物有机肥、中烟多效生物有机肥可以做基肥施于根区。凹凸棒复合微生物有机肥不能做基肥施于根区。

**关键词:**生物有机肥; 烤烟根系生长; 根区施肥

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119(2017)05-0045-05

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2017.05.008

## Effects of Root-zone Application of Different Bio-organic Fertilizers on Flue-cured Tobacco Roots

XU Wenbin<sup>1</sup>, WU Feng<sup>1</sup>, DENG Xiaohua<sup>2\*</sup>, QI Yongjie<sup>1</sup>, LUO Jianqin<sup>1</sup>, LI Qunling<sup>1</sup>,  
YANG Lili<sup>2</sup>, LI Hailing<sup>2</sup>, LUO Wei<sup>2</sup>

(1. China Tobacco Guangxi Industrial Co., Ltd., Nanning 530001, China; 2. Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** In order to select bio-organic fertilizer applied to tobacco plant root-zone, a pot experiment was conducted to study the effect of different bio-organic fertilizers applied to flue-cured tobacco root-zone on root morphology, root physiological characteristics and dry biomass of roots. The results showed that bio-organic fertilizers applied to root-zone could promote root length, root volume, root diameter, root branching number, improve root activity, increase dry biomass of roots. The “bio-organic fertilizer combined with 3 oil cake” was found to have the best effects of accelerating tobacco root growth. “Bio-organic fertilizer combined with 3 oil cake”, “bio-organic fertilizer by tobacco straw fermentation” and “zhong-yan multi-effect bio-organic fertilizer” could be applied to flue-cured tobacco root-zone, while “embossed cudgel ore bio-organic fertilizer” could not be used for flue-cured tobacco root-zone application.

**Keywords:** bio-organic fertilizer; root growth of flue-cured tobacco; root-zone fertilization

生物有机肥可活化植烟土壤养分<sup>[1-2]</sup>、改善土壤微生态环境<sup>[3-4]</sup>、促进烤烟生长<sup>[5]</sup>、提高烤烟产量和品质<sup>[6]</sup>, 已在烤烟生产中大面积推广应用。因担心生物有机肥伤苗而较少采用穴施, 一般是撒施<sup>[7]</sup>或开沟条施<sup>[8-9]</sup>。烟草是稀植作物, 加之南方雨水较多, 肥料流失也严重<sup>[9-10]</sup>, 撒施或条施于垄间和烟株间的生物有机肥利用率低。湘南稻作烟区土块大, 常在移栽烟苗时施用安萼灰(主要是火土灰)来密封烟苗营养土团与大块水稻土之间的缝隙, 促进烤烟早发。如果将安萼灰与生物有机肥混匀后做成移栽

肥施于烟苗根区土壤, 使根、土、肥充分接触, 不仅提高肥料利用率, 更有利于烤烟早生快发<sup>[11]</sup>。不同有机肥及其施肥方式对烤烟根系发育影响的研究较多, 如张翔等<sup>[12]</sup>、高家合等<sup>[4]</sup>、化党领等<sup>[13]</sup>研究了条施有机肥、生物有机肥对烤烟大田根系的影响; 滕桂香等<sup>[14]</sup>分别研究了微生物有机肥施用于苗床和穴施对烤烟根系生长的影响; 李艳平等<sup>[15]</sup>、李晓婷等<sup>[16]</sup>将有机肥与土壤混匀采用盆栽方法研究了烟秆有机肥、有机肥与无机肥配施对烤烟根系生长的影响, 但上述研究没有涉及根区施用微生物

基金项目: 广西中烟工业有限责任公司项目“满足真龙品牌的柳州烤烟优化群体质量及其调控技术研究”(201545000034011)

作者简介: 徐文兵(1979-), 男, 硕士, 经济师, 主要从事烟叶原料生产和加工研究。E-mail: 305208925@qq.com。\*通信作者, E-mail: yzdxh@163.com

收稿日期: 2017-04-09

修回日期: 2017-08-02

有机肥。鉴此,采用盆栽试验模拟生物有机肥施于烟苗根区土壤状态,研究其对烤烟根系生长的影响,以筛选适合根区施用的生物有机肥,为南方稻作烟区生物有机肥在烟草上高效应用及促进烤烟早生快发提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2015年9—11月进行。烤烟品种为K326。试验土壤的pH为6.71、有机质为34.36 g/kg、碱解氮为169.45 mg/kg、有效磷为30.32 mg/kg、速效钾为101.21 mg/kg,取于湖南农业大学耘园基地的稻田,晒干备用。试验用生物有机肥为凹凸棒复合微生物有机肥(有效活菌数0.5亿/g,有机质45%, $N+P_2O_5+K_2O$  5%)、烟秸生物有机肥(有效活菌数0.7亿/g,有机质60%, $N+P_2O_5+K_2O$  5%)、三饼合一生物有机肥(有效活菌数0.5亿/g,有机质70%, $N+P_2O_5+K_2O$  8%)和中烟多效生物有机肥(有效活菌数0.5亿/g,有机质30%, $N+P_2O_5+K_2O$  5%)。提苗肥的N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 含量分别为20%、9%、0%。

### 1.2 试验设计

试验设5个处理,分别是:T1,凹凸棒复合微生物有机肥;T2,烟秸生物有机肥;T3,三饼合一生物有机肥;T4,中烟多效生物有机肥;CK,不施生物有机肥。生物有机肥用量为15 g/株。采用盆栽试验,盆钵规格为25 cm(直径)×40 cm(高),每盆装水稻土12 kg。每处理25盆,共125盆。为模拟生物有机肥根区施肥的烤烟根部环境,将经风干粉碎并过0.5~1.0 mm网筛的水稻土与生物有机肥混匀制成移栽营养土,施入营养盆中间被掏空的水稻土中(1 kg/盆),然后在营养土上栽培烟苗。每盆移栽7叶1心且大小基本一致的烤烟苗1株,浇透定根水。移栽后7 d浇施5 g/盆提苗肥。

### 1.3 测定项目及方法

移栽后15、25、35、45、55、65 d,每处理选择3株典型烟株用于检测。采用LA-90多参数根系

分析系统(加拿大Legentsys-Sintek)分析根长、平均直径、体积及根系分支数等形态学参数。采用TTC法测定烟草根系活力<sup>[17]</sup>;采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛含量<sup>[18]</sup>;采用过氧化氢紫外分光光度法测定过氧化氢酶<sup>[18]</sup>。按《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T142—2010)测定烟草农艺性状。

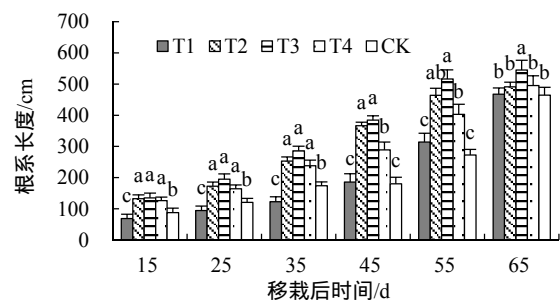
### 1.4 统计方法

采用Microsoft Excel 2003和SPSS17.0进行数据处理和统计分析。采用Duncan法进行多重比较。

## 2 结果

### 2.1 对根系长度的影响

由图1可知,在烟苗移栽后15、25、35 d,T2、T3、T4的根系总长度显著高于T1、CK,且T1显著小于CK;在烟苗移栽后的45、55 d,T2、T3、T4的根系总长度显著高于T1、CK;在烟苗移栽后的65 d,T3的根系总长度显著高于T1、T2、T4、CK。可见,T1根系伸长受到了生物有机肥的伤害,T2、T3、T4生物有机物可促进根系伸长,以T3生物有机肥促进根系伸长作用最好。



注:同一时间柱顶小写字母不同表示处理间差异显著( $p<0.05$ ),下同。

图1 不同生物有机肥的烟株根系总长度

Fig. 1 The total root length of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

### 2.2 对根系体积的影响

由图2可知,T1、T2、T3、T4的根系体积显著高于CK,特别是在烟苗移栽45 d以后的差异更大,表明生物有机肥可促进烟苗根系体积增加。在烟苗移栽65 d,T3、T4的根系体积显著高于T1、T2,表明不同生物有机肥以T3、T4促进根系体积增加的效果较好。

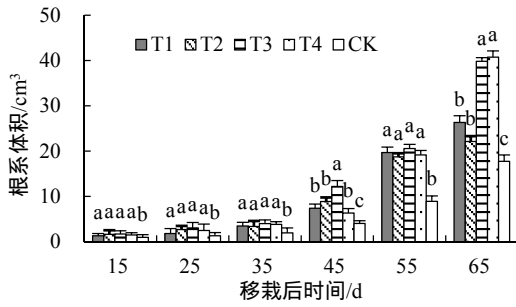


图 2 不同生物有机肥的烟株根系体积

Fig. 2 The root volume of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

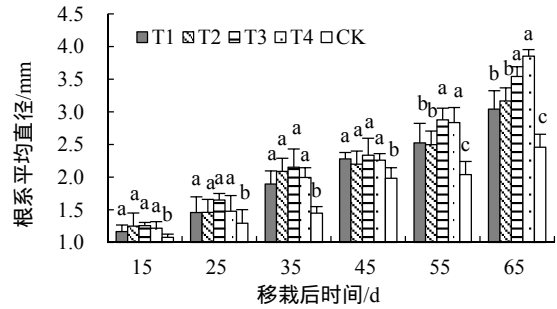


图 3 不同生物有机肥的烟株根系平均直径

Fig. 3 The average root diameter of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

2.3 对根系平均直径的影响

由图 3 可知，T1、T2、T3、T4 的根系平均直径显著高于 CK，特别是在烟苗移栽 55 d 后的差异更大。可见，生物有机肥可促进烟苗根系增粗，不同生物有机肥以 T3、T4 促进根系增粗的效果较好。

2.4 对根系分枝数的影响

由图 4 可知，在烟苗移栽后 15、25、35 d，T2、T3、T4 的根系分枝数显著高于 T1、CK；在烟苗移栽后 45 d，T1、T2、T3、T4 的根系分枝数显著高于 CK，T2、T3、T4 的根系分枝数显著高于 T1。至烟苗移栽后 55 d，T2、T3 的根系分枝数显著高于 T1、T4、CK，T1、T4 根系分枝数也显著高于 CK。在烟苗移栽后 65 d，T2、T3 的根系分枝数显著高于 T1、T4、CK，CK 根系分枝数也显著高于 T1、T4。可见，不同生物有机肥以 T2、T3 促进分枝数增加的效果较好。

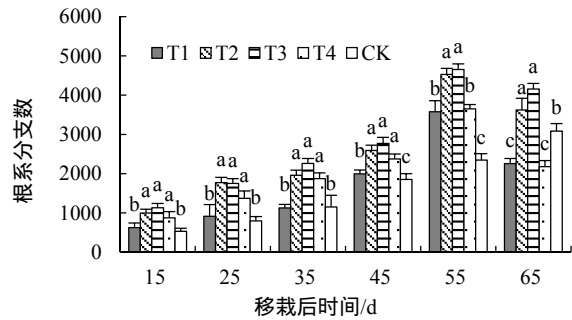


图 4 不同生物有机肥的烟株根系总分枝数

Fig. 4 The total roots branching number of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

2.5 对根系干物质的影响

由图 5 可知，在烟苗移栽后 15 d，各处理根干物质差异不显著。在烟苗移栽后 25 d，T2、T3、T4、CK 的根系干物质显著大于 T1。在烟苗移栽后 35、45 d，T2、T3、T4 的根系干物质大于 T1、CK。在烟苗移栽后 55、65 d，T1、T2、T3、T4 的根系干物质显著大于 CK。不同处理以 T3 的根系干物质最高。表明施用生物有机肥可促进烟株根系生长，有利于干物质积累，以 T3 促进干物质积累的效果最好。

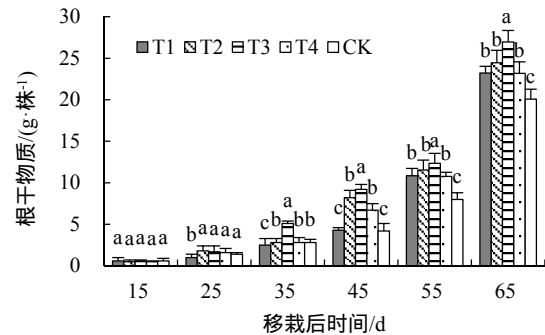


图 5 不同生物有机肥的烟株根系干物质

Fig. 5 The root dry matter of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

2.6 对根系活力的影响

由图 6 可知，在烟苗移栽后 15、25 d，根系活力是 T2 > T3 > T4 > CK > T1；其中，T2、T3、T4

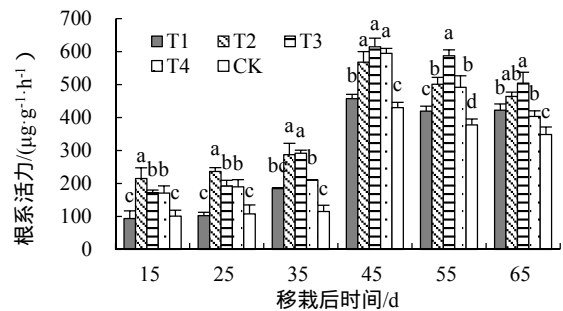


图 6 不同生物有机肥的烟株根系活力

Fig. 6 The root activity of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

的根系活力显著高于 T1、CK。至烟苗移栽后 35 d，根系活力是 T3 > T2 > T4 > T1 > CK；其中，T2、T3、T4 的根系活力显著高于 CK。烟苗移栽 45 d 以后，T1、T2、T3、T4 根系活力显著高于 CK，均以 T3 根系活力最高。从根系活力动态看，烟苗移栽后至 45 d，根系活力增加，以后，各处理的根系活力下降。可见，施用生物有机肥可提高烟株根系活力，以 T3 提高根系活力效果最好。

### 2.7 对根系丙二醛含量的影响

由图 7 可知，在烟苗移栽后 15、25、35 d，T1 的根系丙二醛含量显著高于其他处理；在烟苗移栽 45 d 及以后，T1、CK 的根系丙二醛含量相对较高，而 T2、T3、T4 的根系丙二醛含量相对较低。丙二醛主要由于植物器官在逆境条件下受伤害而产生，可反映植物器官逆境伤害程度。施用凹凸棒生物有机肥的根系丙二醛含量在前期相对较高，可推测其对根系有伤害。CK 在 45 d 及以后的丙二醛含量高，有可能是缺肥（仅施提苗肥）而导致。

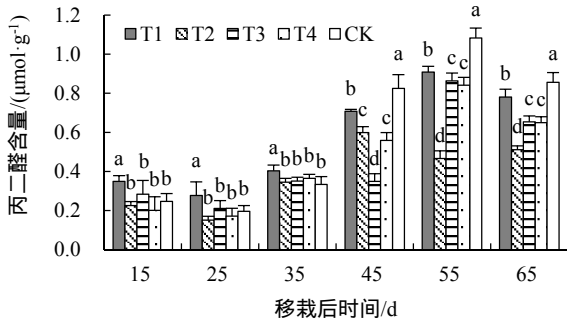


图 7 不同生物有机肥的烟株根系丙二醛含量

Fig. 7 The root malondialdehyde content of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

### 2.8 对根系过氧化氢酶活性的影响

由图 8 可知，在烟苗移栽后 15 d，各处理的根系过氧化氢酶活性差异较大，表现为：T3 > T2 > T4 > CK > T1。在烟苗移栽后 25 d 以后，T1、T2、T3、T4 的根系过氧化氢酶活性高于 CK，其中在移栽 45 d 以后，T1、T2、T3、T4 的根系过氧化氢酶活性显著高于 CK。以上表明，除施用凹凸棒生物有机肥在前期根系受到伤害外，施用生物有机肥可提高根系过氧化氢酶活性。

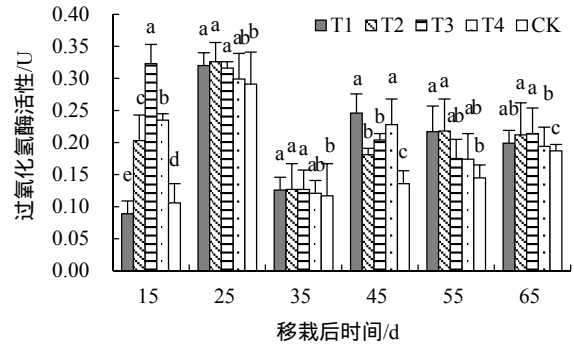


图 8 不同生物有机肥的烟株根系过氧化氢酶活性

Fig. 8 The root catalase activity of tobacco plants applied with different bio-organic fertilizers

## 3 讨论

根区施肥是将肥料施到植物活性根系分布区域，使肥料养分扩散的动态范围与根系伸展的动态范围达到最佳匹配<sup>[11]</sup>。烤烟是株距较大的作物，根区施肥将使烤烟根区成为养分供应的核心区域，可提高肥料利用效率，但必须选择适合根区施用的肥料并确保根区有一个适当的养分浓度。试验结果表明，施用凹凸棒复合微生物有机肥的丙二醛含量较高，其根系活力在生长前期低于其他处理，根系生长也弱于其他处理，这是根系受肥料伤害的表现。凹凸棒复合微生物有机肥是利用凹凸棒矿物、畜禽粪便和微生物制成，可能是其有机物发酵程度差，吸附的养分释放快，导致根区养分浓度大而伤害根系。烟秸生物有机肥是烟秸与微生物发酵制成，三饼合一生物有机肥是三种饼肥与微生物发酵制成，中烟多效生物有机肥是以黄腐酸、大豆低聚糖、聚谷氨酸、抗高渗透压微生物菌剂等有机物料为主要作用物质的生物有机肥<sup>[19]</sup>，这类生物有机肥中的有机物发酵程度高，肥效缓和，可以作为根区施肥。可见，并不是所有的生物有机肥均可以用于烤烟根区施肥。本研究只是盆栽试验结果，与大田生产应用还有一定差距。大田生产的施肥位点、混土比例会发生变化，养分在土壤中扩散分布也不同于盆栽，还要进一步研究才能明确其是否可以用于根区施肥。

烤烟根系不仅是重要的吸收器官，也是氨基酸、烟碱等化合物的合成部位<sup>[20]</sup>，培养强大的烤烟根系，

是烤烟优质适产的关键。试验结果表明，三饼合一生物有机肥、烟秸生物有机肥、中烟多效生物有机肥可明显促进烟苗根系的生长和发育，增加了根系的总长度、体积、平均直径和分枝数，形成更理想的形态参数，也提高了根系活力和根系生物量。究其原因，可能是生物有机肥腐解过程中产生的中间产物具有生理活性，可促进烟苗根系生长；此外生物有机肥含有较高的活性有机质，参与根细胞的合成与根系呼吸作用<sup>[21]</sup>，增强了根系活力；还可能是由于生物有机肥优化了根系生长的微生态环境，从而促进根系发育<sup>[4]</sup>；还可能与生物有机肥氮磷钾养分平衡供应有关。

从研究的生物有机肥种类看，三饼合一生物有机肥对烟株的促生效果最好，其次是烟秸生物有机肥，再次是中烟多效生物有机肥，这不仅与生物有机肥的有机质组成有关，还可能与肥料中的有效养分有关，如三饼合一生物有机肥的氮磷钾有效养分不少于 8%，而其他生物有机肥的氮磷钾有效养分不少于 5%。本研究仅仅是从烟苗根系的角度证明部分生物有机肥可以用于烤烟根区施肥，有关生物有机肥用于稻作烤烟根区施肥对烤烟产质量的影响还需开展相关大田试验进行验证。

### 参考文献

- [1] WANG S X, LIANG X Q, CHEN Y X, et al. Phosphorus loss potential and phosphatase activity under phosphorus fertilization in longterm paddy wetland agroecosystems[J]. Soil science society of America journal, 2012: 161-167.
- [2] MAHDI S S, HASSAN G I, SAMOON H A, et al. Bio-fertilizers in organic agricultures[J]. Journal of phytology, 2010, 2(10): 42-54.
- [3] 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, 72.
- [4] 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, 45.
- [5] 滕桂香, 邱慧珍, 张文明, 等. 生物有机肥对陇东烤烟生长的根际营养调控[J]. 土壤通报, 2012, 43(2): 424-428.
- [6] 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): 74-81.
- [7] 刘月华, 孙玉晓, 刘焰, 等. 不同种类生物有机肥对烤烟青枯病及烟叶生长的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(16): 42-46.
- [8] 梁伟, 韦建玉, 田兆福, 等. 不同有机肥及施肥量对初烤烟产质量的影响[J]. 广东农业科学, 2013(15): 79-81.
- [9] 邓小华, 蔡兴, 于庆涛, 等. 增密和减氮对稻茬烤烟物理性状的效应分析[J]. 烟草科技, 2016, 49(10): 23-30.
- [10] 邓小华, 杨丽丽, 邹凯, 等. 烟稻轮作模式下烤烟增密减氮的主要化学成分效应分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(4): 991-997.
- [11] 王火焰, 周健民. 根区施肥——提高肥料养分利用率和减少面源污染的关键和必需措施[J]. 土壤, 2013, 45(5): 785-790.
- [12] 张翔, 毛家伟, 黄元炯, 等. 不同施肥处理对烤烟干物质积累与分配的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2011(3): 31-35.
- [13] 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): 62-66.
- [14] 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.
- [15] 李艳平, 任天宝, 李建华, 等. 烟秆有机肥对烤烟根系发育和矿质元素含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(6): 21-26.
- [16] 李晓婷, 常寿荣, 孔宁川, 等. 不同有机肥与无机肥配施对烤烟生长及铅、镉含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(5): 37-41.
- [17] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 119-121.
- [18] CAKMAK I, MARSCHNER H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase in bean leaves[J]. Plant physiology, 1992, 98: 1222-1227.
- [19] 龚玉青, 屈建康, 陈刚, 等. 生物有机肥在四川烟区应用效果初报[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(3): 68-71.
- [20] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- [21] SPARLING G P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter[J]. Soil research, 1992, 30(2): 195-207.