

梁留阳,康业斌,赵世民,等. 烟草专用生物有机肥对烟株根围土壤微生物与酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(3):280-283.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.03.050

# 烟草专用生物有机肥对烟株根围土壤微生物与酶活性的影响

梁留阳<sup>1</sup>, 康业斌<sup>1</sup>, 赵世民<sup>2</sup>, 李淑君<sup>3</sup>

(1. 河南科技大学林学院,河南洛阳 471023; 2. 河南省烟草公司洛阳市公司,河南洛阳 470023;

3. 河南省农业科学院许昌烟草研究所,河南许昌 461000)

**摘要:**为探讨烟草专用生物有机肥不同施用量的田间应用效果,采用稀释涂布平板法检测土壤样品中微生物数量,用3,5-二硝基比色法、比色法、磷酸苯二钠比色法、滴定法测定土壤样品中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶与过氧化氢酶的活性,于烟苗移栽后42、75 d调查农艺性状。结果表明,烟田施用生物有机肥3 750 kg/hm<sup>2</sup>、氮磷钾复合肥225 kg/hm<sup>2</sup>、重过磷酸钙225 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾225 kg/hm<sup>2</sup>、硝酸钾60~75 kg/hm<sup>2</sup>能显著增加烟株根围土壤中微生物菌落的数量,尤其是细菌和放线菌的菌落数量;使用生物有机肥的处理不但能够提高烟株根围土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶及过氧化氢酶的活性,而且烟株平均株高、茎围、单叶叶面积及叶片数均大于对照。

**关键词:**烟草;生物有机肥;土壤微生物;土壤酶活性;农艺性状

**中图分类号:** S572.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)03-0280-04

近年来,烟草连作、农药过量施入、土地管理不当等问题严重影响着烟草的产量与质量<sup>[1]</sup>。生物有机肥具有改良土壤结构、提高土壤肥力和通透性<sup>[2]</sup>、促进根系生长、减轻作物病害<sup>[3]</sup>、为土壤中的微生物提供养分、提高微生物数量与活性<sup>[4]</sup>等功效,在农作物上的应用较多。陶梦慧等的研究表明,施用生物有机肥可以更好地改善土壤微生物区系,增加土壤酶活性,有利于土壤肥力的提高<sup>[5]</sup>。胡征等的研究表明,有机肥和无机肥配施可使烟草

植株生长发育加快,植株增高,茎围加大,叶数增多,叶面积增大,烟株长势增强,烟叶产量提高<sup>[6-7]</sup>。由于土壤有机质含量和理化性质的不同,生物有机肥在不同地区、不同农作物上的施入量有所差异。本试验在河南省洛阳市连作烟田设置生物有机肥的不同施用量为处理组,探讨生物有机肥对土壤微生物数量、主要酶活性以及烟草农艺性状的影响,以为有机肥在烟草生产中进一步推广使用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与田间试验设计

1.1.1 试验材料 栽烟品种为LY1306。烟草专用生物有机肥由洛阳鑫盈源环境治理有限公司生产,产品中有有机质含量为90.8%;总氮(N)含量为1.64%;P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量为0.46%;K<sub>2</sub>O含量为1.70%。

收稿日期:2019-08-14

基金项目:河南省烟草公司科学研究与技术开发重点项目(编号:HYKJ201610);河南省烟草公司洛阳市公司科技项目(编号:20182112)。

作者简介:梁留阳(1992—),男,河南洛阳人,硕士研究生,主要研究方向为植物免疫学。E-mail:1543405598@qq.com。

通信作者:康业斌,博士,教授,主要研究方向为植物免疫学。E-mail:kangyb@163.com。

省区生态经济系统分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2011,47(6):1089-1096.

[4]朱嘉伟,谢晓彤,李心慧. 生态环境承载力评价研究——以河南省为例[J]. 生态学报,2017,37(21):7039-7047.

[5]郑晶,于浩,黄森慰. 基于DPSIR-TOPSIS模型的福建省生态环境承载力评价及障碍因素研究[J]. 环境科学学报,2017,37(11):4391-4398.

[6]刘锦怡,陈斯典,江天久. 海洋生态环境承载力研究——以深圳

东部海域为例[J]. 海洋环境科学,2017,36(4):560-565.

[7]李天霄,付强,彭胜民. 基于DPSIR模型的水土资源承载力评价[J]. 东北农业大学学报,2012,43(8):128-134.

[8]农股璇,臧俊梅,许进龙. 珠江-西江经济带土地综合承载力测算及其系统耦合协调度研究[J]. 水土保持研究,2018,25(4):264-269.

[9]杨文培,何曙慧,王建民,等. 基于DPSIR模型的城市大气环境发展指数研究[J]. 运筹与管理,2017,26(7):147-153.

添加的烟株根际有益微生物菌群为哈茨木霉 (*Trichodema harzianum*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)、林肯链霉菌 (*Streptomyces lincolnensis*)，总有效活菌数  $\geq 2$  亿 CFU/g，菌株均由河南科技大学植物病害分子鉴定与绿色防控实验室提供。

1.1.2 田间试验设计 于 2018 年 3—8 月在河南省洛阳市汝阳县城关镇杨庄村进行大田试验，试验田地理位置为 112°28'13"E, 34°10'3"N，海拔高度为

310 m；土壤类型为红黏土；碱解氮含量为 40 mg/kg，有效磷含量为 12.6 mg/kg，速效钾含量为 188 mg/kg；连作年限为 5 年。

试验设置对照 (CK)、处理 1、处理 2，面积依次为 3 335、2 668、2 668 m<sup>2</sup>，每个处理随机设 3 次重复。理论施肥量为纯氮 15 kg/hm<sup>2</sup>、有效磷 22.5 ~ 30.0 kg、有效钾 30 ~ 45 kg、总氮 45 kg。每个处理使用肥料种类与施肥量见表 1。

表 1 各处理使用肥料种类与施用量

处理	施用量 (kg/hm <sup>2</sup> )					
	生物有机肥	氮磷钾复合肥	芝麻饼肥	重过磷酸钙	硫酸钾	硝酸钾
CK	0	450	375	225	225	60 ~ 75
处理 1	3 750	225	0	225	225	60 ~ 75
处理 2	7 500	0	0	225	225	60 ~ 75

## 1.2 试验方法

1.2.1 采样方法 根围土样的采取采用五点取样法，在距离烟株 5 ~ 20 cm 范围内，用铁锹铲取 0 ~ 5 cm 表层土壤，取 5 ~ 20 cm 土层带根土样，充分混匀，去除植物残体、石块等杂质，采用四分法留取一份土样并编号，记录采集时间和地点<sup>[8]</sup>。

1.2.2 样品处理 土样于实验室阴凉处风干、研磨，过 9 mm 孔径筛子后，低温保存<sup>[8]</sup>。

1.2.3 测定方法 土壤微生物的分离及数量测定采用稀释涂布平板法<sup>[8]</sup>。土壤蔗糖酶、脲酶、磷酸酶、过氧化氢酶的活性测定分别采用 3,5 - 二硝基比色法、比色法、磷酸苯二钠比色法、滴定法<sup>[9]</sup>。

农艺性状调查：每个处理选取代表性烟株 30

株，分别调查 2 个时期 (移栽后 42.75 d) 的株高、茎围、单叶叶面积与叶片数<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤微生物数量变化

烟苗移栽后 42、75 d 的根围土壤中微生物分离结果及利用 SPSS 软件对细菌、真菌和放线菌菌落数量进行单因素方差分析 ( $\alpha = 0.05$ ) 和 Duncan's 检验的结果见表 2。处理 1 在烟苗移栽后 42、75 d 的根围土壤中微生物菌落总量分别为 1 725.3 万 CFU/g、4 170.6 万 CFU/g，显著高于对照的 532.9 万 CFU/g、1 076.3 万 CFU/g。

表 2 微生态制剂对土壤微生物菌落数量的影响

微生物类群	采样时期	万 CFU/g		
		CK	处理 1	处理 2
细菌菌落数量	移栽后 42 d	422.5 ± 19.31b	1 200.0 ± 100.00a	210.0 ± 18.26b
	移栽后 75 d	727.5 ± 113.24b	2 600.0 ± 472.58a	640.0 ± 5.77b
真菌菌落数量	移栽后 42 d	10.7 ± 0.88b	15.3 ± 0.33a	14.0 ± 1.08a
	移栽后 75 d	15.5 ± 0.50a	17.7 ± 0.88a	16.0 ± 0.58a
放线菌菌落数量	移栽后 42 d	99.7 ± 4.84c	510.0 ± 13.41a	177.5 ± 31.98b
	移栽后 75 d	333.3 ± 60.09b	1 533.3 ± 145.30a	422.5 ± 62.27b

注：表中数据为平均值 ± 标准差，同行数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著 ( $n = 5$ )。

烟苗移栽后 42 d，处理 1 根围土壤细菌、真菌和放线菌的菌落数量分别较 CK 显著增加 184.02%、42.99%、411.53%，处理 2 根围土壤细菌菌落数量较 CK 减少 50.30%，真菌和放线菌菌落数量较 CK 分别显著增加 30.84%、78.03%。

烟苗移栽后 75 d，处理 1 根围土壤细菌、真菌和放线菌的菌落数量分别较 CK 增加 257.39%、

14.19%、360.04%，处理 2 根围土壤细菌菌落数量较 CK 减少 12.03%，真菌和放线菌菌落数量分别较 CK 增加 3.23%、26.76%；2 个施肥处理间以细菌、放线菌的菌落数量差异达显著水平。

### 2.2 生物有机肥对土壤酶活性的影响

2.2.1 蔗糖酶活性 由图 1 可知，烟苗移栽后 42 d，处理 1 和处理 2 根围土壤蔗糖酶活性较 CK 分

别显著增加 35.68%、8.57%；烟苗移栽后 75 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤蔗糖酶活性较 CK 分别增加 24.45%、5.12%；2 个施肥处理之间具有显著差异性。

2.2.2 脲酶活性 由图 2 可知, 烟苗移栽后 42 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤脲酶活性较 CK 分别显著增加 173.19%、222.12%；烟苗移栽后 75 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤脲酶活性较 CK 分别显著增加 116.34%、132.90%；2 个处理在移栽后 42 d 差异显

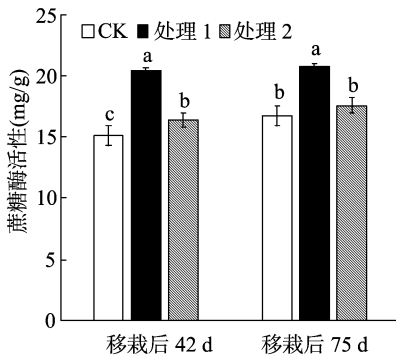


图1 烟草 2 个时期各处理土壤蔗糖酶活性

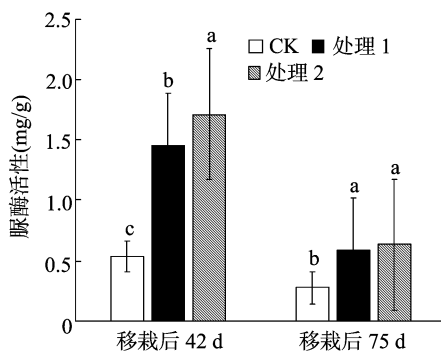


图2 烟草 2 个时期各处理土壤脲酶活性

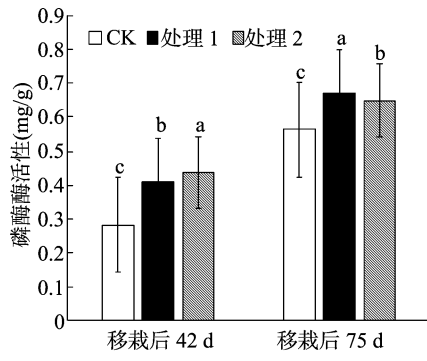


图3 烟草 2 个时期各处理土壤磷酸酶活性

2.2.4 过氧化氢酶活性 由图 4 可知, 烟苗移栽后 42 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤过氧化氢酶活性较 CK 分别增加 25.09%、3.99%；烟苗移栽后 75 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤过氧化氢酶活性较 CK 分别显著增加 22.40%、20.84%；2 个处理在烟苗移栽后 42 d 有显著差异, 在烟苗移栽 75 d 后无显著差异。

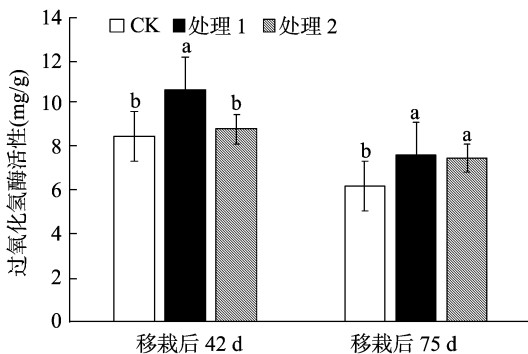


图4 烟草 2 个时期各处理土壤过氧化氢酶活性

### 2.3 生物有机肥对烟草农艺性状的影响

利用 SPSS 软件对烟苗移栽后 42、75 d 的农艺性状调查结果进行单因素方差分析 ( $\alpha = 0.05$ ) 和 Duncan's 检验, 结果见表 3。烟苗移栽后 42 d 平均株高表现为处理 1 > 处理 2 > CK, 且处理 1 与处理 2 显著高于 CK；平均茎围表现为处理 1 > CK > 处理 2, 且处理 1 显著高于 CK；平均单叶叶面积与叶片数表现为处理 1 > 处理 2 > CK, 且 3 个处理之间具有

著, 移栽后 75 d 差异不显著。

2.2.3 磷酸酶活性 由图 3 可知, 烟苗移栽后 42 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤磷酸酶活性较 CK 分别显著增加 44.79%、54.68%；烟苗移栽后 75 d, 处理 1 和处理 2 根围土壤磷酸酶活性较 CK 分别显著增加 18.99%、15.39%；2 个处理间具有显著差异, 在烟苗移栽后 42 d 时表现为施肥量越多, 磷酸酶活性越高, 在烟苗移栽后 75 d 时则相反。

显著性差异。烟苗移栽 75 d 后平均株高与单叶叶面积表现为处理 1 > 处理 2 > CK, 且 3 个处理之间具有显著性差异；平均茎围表现为处理 1 > 处理 2 > CK, 且处理 1 与处理 2 显著高于 CK；平均叶片数表现为处理 2 > 处理 1 > CK, 且处理 1 与处理 2 显著高于 CK。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

研究结果表明, 烟田施用生物有机肥 3 750 kg/hm<sup>2</sup>、氮磷钾复合肥 225 kg/hm<sup>2</sup>、重过磷酸钙 225 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 225 kg/hm<sup>2</sup>、硝酸钾 60 ~ 75 kg/hm<sup>2</sup>, 在烟苗移栽后 42、75 d, 烟株根围土壤中微生物菌落总量分别较对照增加 1 192.4 万、3 094.3 万 CFU/g, 其中细菌菌落数分别较对照增加 777.5 万、1 872.5 万 CFU/g；放线菌菌落数分别较对照增加 410.3 万、1 200.0 万 CFU/g。使用生物有机肥的处理不但能够提高烟株根围土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶、过氧化氢酶的活性, 而且烟株平均株高、茎围、单叶叶面积与叶片数均大于对照。

### 3.2 讨论

微生物作为土壤的重要组成部分之一, 其数量的多少不但影响着土壤肥力的大小, 也间接影响着农作物的产量与质量<sup>[11]</sup>。从土壤微生物角度来看,

表3 烟草2个时期农艺性状统计分析结果

调查时期	处理	株高 (cm)	茎围 (cm)	单叶叶面积 (cm <sup>2</sup> )	叶片数 (张)
移栽后 42 d	CK	12.83 ± 0.43b	4.90 ± 0.18b	268.33 ± 10.96c	11.47 ± 0.32c
	1	15.90 ± 0.48a	5.56 ± 0.16a	488.31 ± 13.37a	16.23 ± 0.35a
	2	14.86 ± 0.42a	4.87 ± 0.16b	368.83 ± 12.91b	15.10 ± 0.32b
移栽后 75 d	CK	38.80 ± 2.17c	5.51 ± 0.22b	513.53 ± 23.62c	13.07 ± 0.61b
	1	61.30 ± 2.83a	7.93 ± 0.22a	678.28 ± 30.56a	19.23 ± 0.53a
	2	51.53 ± 2.27b	7.73 ± 0.20a	649.29 ± 25.61b	19.33 ± 0.62a

注:表中数据为平均数 ± 标准误,同列数字后不同小写字母表示在0.05水平上差异显著( $n=30$ )。

生物有机肥可提高土壤微生物活性与多样性,改善其结构与功能,从而实现土壤微生态平衡<sup>[12-13]</sup>。本研究结果表明,施用生物有机肥能够明显增加烟株根围土壤微生物的群体数量,尤其是细菌、放线菌的菌落数量,这与前人的研究结果<sup>[14-15]</sup>相一致;而烟株根围真菌数量增量不大的原因可能是生物有机肥中的其他功能菌对真菌起到了抑制作用<sup>[16-17]</sup>。

土壤酶作为一类特殊的催化剂,其活性与土壤肥力关系密切<sup>[18]</sup>,生物有机肥中含有大量的有益菌群、酶、有机质以及微量元素等物质,这些物质为微生物活动和根系生长提供了营养,使微生物活动更加旺盛,从而提高了土壤中的酶活性,其中蔗糖酶活性反映土壤熟化程度以及生物学活性强度,脲酶活性表征土壤氮素情况,磷酸酶活性代表土壤中磷素的转化活性与强度,过氧化氢酶活性表示土壤的呼吸强度<sup>[19]</sup>。本研究结果表明,施入生物有机肥后,烟草团棵期(移栽后42 d)与旺长期(移栽后75 d)根围土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶的活性均有提高,这与麻耀华等的研究结果<sup>[16,20]</sup>相一致。

农艺性状作为烤烟生长态势的重要指标之一,可以直观反映烤烟生长代谢的强弱和营养状况。本研究结果表明,施用生物有机肥能够显著提高株高、茎围、叶面积及叶片数,这与钟帅等的研究结果<sup>[21]</sup>基本一致。至于使用烟草专业生物有机肥后对烟叶产量及品质的影响,有待于进一步研究。

#### 参考文献:

[1] 何林卫. 种植模式及施肥对遵义烤烟产质量和土壤的影响[D]. 重庆:西南大学,2015.  
 [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] 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):32-36,44.

[4] 胡可,李华兴,卢维盛,等. 生物有机肥对土壤微生物活性的影响[J]. 中国生态农业学报,2010,18(2):303-306.  
 [5] 陶梦慧,索全义,张曙光,等. 不同施肥对土壤微生物量和酶活性的影响[J]. 北方园艺,2017(9):154-159.  
 [6] 胡征. 生物有机复合肥改良烟草品质的效果[J]. 中国农学通报,2004,20(3):157-158.  
 [7] 罗建新,肖汉乾,周万春,等. 烟草活性有机无机专用肥的施用效果 I. 生物活性肥对烤烟生长发育和烟叶品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(6):483-486.  
 [8] 丁琪琪. 烟田拮抗微生物的互作及其应用效果研究[D]. 洛阳:河南科技大学,2017.  
 [9] 关松萌. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986.  
 [10] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142—2010[S].  
 [11] 刘海,杜如万,赵建,等. 施肥对烤烟根际土壤酶活性及细菌群落结构的影响[J]. 烟草科技,2016,49(10):1-8.  
 [12] Doran J W, Sarrantonio M, Liebig M A. Soil health and sustainability [J]. *Advance Agronomy*,1996,56:1-54.  
 [13] Ibekwe A M, Kennedy A C, Frohne P S, et al. Microbial diversity along a transect of agronomic zones [J]. *FEMS Microbiology Ecology*,2002,39(3):183-191.  
 [14] 夏志林,黄莺,彭丽娟,等. 不同有机肥对烟田土壤微生物的影响[J]. 山地农业生物学报,2017,36(3):49-53,85.  
 [15] 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.  
 [16] 麻耀华,尹淑丽,张丽萍,等. 复合微生物制剂对黄瓜根际土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 植物保护,2012,38(2):46-50.  
 [17] 向必坤,谭军,上官力,等. 不同栽培模式对植烟土壤微生物与酶活性的影响[J]. 湖北农业科学,2018,57(16):42-46.  
 [18] 张鹏,贾志宽,路文涛,等. 不同有机肥施用量对宁南旱区土壤养分、酶活性及作物生产力的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(5):1122-1130.  
 [19] 孙会. 连作烟田土壤肥力变化及微生物制剂应用研究[D]. 郑州:郑州大学,2016.  
 [20] 丁雷,李俊华,赵思峰,等. 生物有机肥和拮抗菌对土壤有效养分和土壤酶活性的影响[J]. 新疆农业科学,2011,48(3):504-510.  
 [21] 钟帅,扈强,王玉胜,等. 不同比例生物有机肥和复合肥混施对重庆地区烟叶农艺性状和品质的影响[J]. 热带农业工程,2016,40(2):46-49.