

施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤微生物和酶活性的影响

曹仕明¹, 廖浩², 张翼², 刘雨虹², 霍瑞², 杨春雷¹, 陈振国¹, 赵秀云²

¹ 湖北省烟草研究所, 湖武汉市宝丰一路6号, 武汉430030;

² 华中农业大学生命科学技术学院, 武汉430070

摘要: 为研究腐熟秸秆肥施用后对烤烟根系土壤中各种微生物数量及土壤酶活性的影响, 设置化肥和腐熟秸秆肥两个处理, 并在烟草生长的不同时期取土样, 检测土壤中5种微生物数量和4种酶活性的变化。结果表明: 施用腐熟秸秆肥增加了土壤磷酸酶和脲酶的活性, 促进了土壤中磷和氮的转化和吸收。腐熟秸秆肥增加了土壤细菌、放线菌、硝化细菌和氨化细菌的数量, 提高了土壤微生物种群的数量, 明显改善了土壤生物特性。腐熟秸秆肥对土壤真菌数量、过氧化氢酶和转化酶活性影响较小。表明腐熟秸秆肥可提高烤烟土壤酶活性和微生物数量, 提高土壤生物活性。

关键词: 烤烟; 腐熟秸秆肥; 土壤微生物; 土壤酶活性

doi:10.3969/j.issn.1004-5708.2014.02.012

中图分类号: S572.06

文献标志码: A

文章编号: 1004-5708(2014)02-0075-05

Effects of decayed straw manure on microbe and enzyme activities in soil around tobacco roots

CAO Shiming¹, LIAO Hao², ZHANG Yi², LIU Yuhong², HUO Rui², YANG Chunlei¹, CHEN Zhengu¹, ZHAO Xiuyun²

¹Hubei Provincial Tobacco Research Institute, Wuhan 430030, Hubei, China;

² School of Life Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China

Abstract: Effects of decayed straw manure on microbe and enzyme activities in tobacco root zone soil were studied by comparing with chemical fertilizer. Soil samples were analyzed in different growth periods. Five types of microbes and four types of enzyme activities were detected. Results showed that decayed straw manure significantly increased activities of soil phosphatase and urease, and improved conversion and absorption of phosphorus and nitrogen. Decayed straw manure increased the number of soil bacteria, actinomycetes, nitrifying bacteria, amonifying bacteria and soil microorganisms while the number of fungi and invertase and peroxidase activity were less affected. Results also showed that decayed straw manure could increase soil enzyme activity and the number of soil microbes, and thus soil biological activity.

Keywords: flue-cured tobacco; decayed straw manure; soil microbe; soil enzyme activity

土壤微生物和酶是土壤的重要组成部分, 它对土壤肥力的形成和植物营养的转化起着积极的作用。土壤微生物种类、数量的变化及它们在土壤中的生物化学过程强度, 在一定程度上反映了土壤有机质矿化的速度及各种养分存在的状态, 直接影响土壤的供肥状况^[1]。土壤微生物群落多样性对土壤生态系统受到破

坏能够做出较为敏感的反应, 可敏感地反映出土壤质量的变化, 土壤微生物种类和数量可以作为评价土壤肥力的指标^[2]。近年来将土壤微生物群落结构组成、土壤微生物生物量、土壤酶活性等作为土壤健康的生物指标来评价土壤质量已逐渐成为研究的热点。

土壤微生物极易受到土壤环境因子的影响, 比如不同施肥制度、根系分泌物等^[3], 因此, 有机肥的施用将影响到土壤中微生物的种类、数量以及生命活动状况。研究表明, 施用有机肥能提高微生物数量和酶活性, 有效提高土壤肥力^[4]。彭智良等研究了施用有机肥对烟田根际及非根际微生物以及烟叶产质量的影响, 发现施用有机肥可以明显增加烟田土壤根际细菌

基金项目: 国家烟草专卖局“中间香型特色优质烟叶开发”(110201101002, TS-02)

作者简介: 曹仕明(1958—), 高级农艺师, 研究方向: 特色烟叶研究及开发, Email: csm58@sina.com

通讯作者: 赵秀云(1974—), 副教授, 博士, Email: xiuyunzh@163.com

收稿日期: 2013-07-19

和放线菌的数量^[5]。2012年研究了腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤微生物数量和酶活性的影响,分析施用腐熟秸秆肥后对烤烟根系土壤微生物的影响,找出土壤中各类微生物的增长和消减的规律,旨在为优质烟叶根系微生物数量和酶活性的研究和科学施肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试验地概况

供试烤烟 (*Nicotiana tabacum*) 品种为云烟 87。试验设置在恩施州咸丰县烟草种植基地,土壤类型为黄棕壤。土壤基础养分为:有机质 $13.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 碱解 N $113.58 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效 P $48.34 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有效 K $92.63 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验设计

试验采用大区实验。设 2 个处理 T1, 施用化肥(烤烟专用复合肥); T2, 施用腐熟秸秆肥。腐熟秸秆肥为充分腐熟的烟杆秸秆肥, 有机质含量为 35%, N 含

量为 2.00%, P_2O_5 含量为 0.40%, K_2O 含量为 1.50%。含水量 16.7%。烤烟专用复合肥的 N,P,K 的比例为 1:1.5:2.5。腐熟秸秆肥施用量为 $650 \text{ kg}/667\text{m}^2$, 化学肥料用量为 $65 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。两个处理氮肥施用量相同, 均为 $6.5 \text{ kg}/667\text{m}^2$ 。每个处理设置大区试验, 面积为 667 m^2 。

1.3 试验方法

分别于烤烟移栽后第 15 d、30 d、45 d、60 d、75 d、90 d 采集根系土样, 按照 5 点取样法采集烤烟根系周围 0~20 cm 耕层土样, 在烟田的 5 个不同地点分别采集 0.5 kg 土壤, 将 5 份土样混匀。一半土样自然风干过筛, 测定 pH 值、土壤氮磷钾养分。一半新鲜土样在低温情况下保存, 测定土壤转化酶活性、过氧化氢酶活性、脲酶活性、磷酸酶活性, 并测定土壤中细菌、真菌、放线菌、硝化细菌和氨化细菌的数量。5 种土壤微生物采用室内恒温培养、计数的方法参照文献^[6,7], 微生物种类、培养条件见表 1。

表 1 微生物种类及培养条件

Tab. 1 Microbe type and cultivation condition

培养条件 Cultivation condition	微生物种类 Microbe type				
	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	氨化细菌 Ammonifying bacteria	硝化细菌 Nitrifying bacteria
温度 / $^{\circ}\text{C}$ Temperature	37	28	28	28	28
培养时间 /d Cultivation period	2~3	5~7	7~10	5	7

土壤脲酶活性测定用比色法, 以 100 g 土中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的含量表示; 土壤转化酶活性测定用 3, 5-二硝基水杨酸比色法, 以每克土样 (24 h) 所产生葡萄糖的质量来表示; 土壤磷酸酶活性测定用磷酸苯二钠比色法, 以每克风干土壤中的酚含量来表示^[8-9]。土壤过氧化氢酶活性测定用高锰酸钾滴定法, 以每克土壤 (25°C , 20 min) 分解的过氧化氢的毫克数表示^[10]。

2 结果与分析

2.1 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中细菌数量的影响

图 1 结果表明, 在两种施肥措施下, 土壤中细菌数量变化趋势相似。总体来看, 在整个生育期内 (除移栽后 90d) T2 土壤中细菌数量多于 T1。在前期,

细菌数量先下降, 后缓慢上升, 在旺长期 (移栽后 60 d) 均到达高峰期。表明施用腐熟秸秆肥促进了烤烟根系土壤细菌的繁殖。

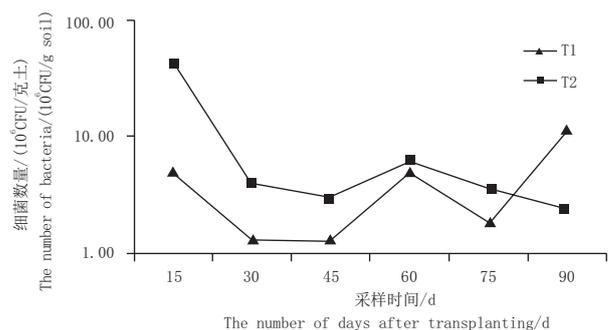


图 1 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中细菌数量的影响

Fig. 1 Effects of rotten straw fertilizer on the number of bacteria in root soil of flue-cured tobacco

2.2 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中放线菌数量的影响

T2 处理放线菌数量在早期数量最多, 是 T1 处理放线菌数量的 50.3 倍, 然后急剧下降, 再缓慢上升, 在旺长期 (移栽后 60 d) 达到较高值。T1 处理放线菌数量较少。表明 T2 处理对烤烟根系放线菌数量影响较大。施用腐熟秸秆肥后, 对土壤中放线菌生长有一定的促进作用。

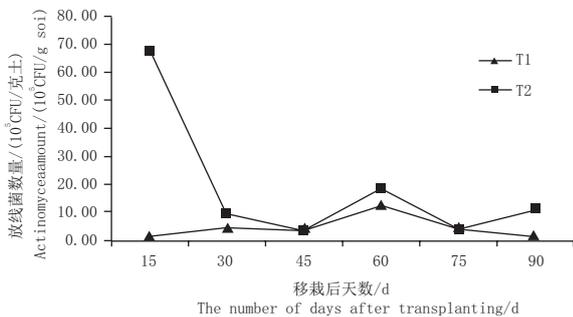


图 2 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中放线菌数量的影响

Fig. 2 Effects of rotten straw fertilizer on the number of actinomycetes in root soil of flue-cured tobacco

2.3 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中真菌数量的影响

2 个处理的真菌数量变化趋势大致相同 (图 3), 移栽 30 d 前, 2 个处理真菌数量变化不大, 生长中期开始上升, 在旺长期均达到高值, 此后下降。生长末期, T2 真菌数量高于 T1。表明, 腐熟秸秆肥对土壤真菌数量影响较小。

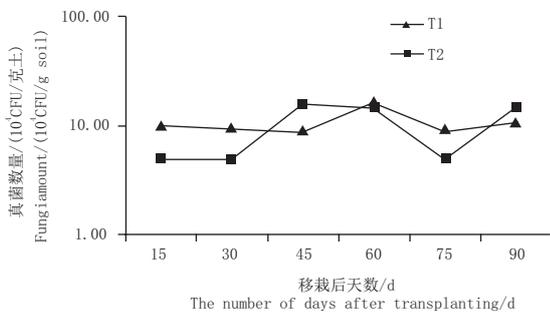


图 3 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中真菌数量的影响

Fig. 3 Effects of rotten straw fertilizer on the number of fungi in root soil of flue-cured tobacco

2.4 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中氨化细菌数量的影响

氨化细菌参与土壤含氮有机物的氨化过程, 氨化细菌数量在一定程度上反映了土壤的供氮能力^[11]。2

个处理氨化细菌数量变化波动较大 (图 4), 在前期急剧下降, 在移栽后 30 d 降至最低值, 然后上升, 在旺长期达到高值。T2 处理氨化细菌在生长早期数量最多, 为 2.5×10^8 CFU/g 土, T1 氨化细菌数量为 4.3×10^8 CFU/g 土。在中后期 T2 处理氨化细菌数量高于 T1。施用腐熟秸秆肥在旺长期促进了氨化细菌的繁殖和生长, 烟草在这个时期需要大量的氮素营养, 腐熟秸秆肥施用后有利于烟草的生长发育。氨化细菌的增加可促进土壤肥力及烟草的生长。表明, 施用腐熟秸秆肥可促进烟草对氮素的吸收和利用。

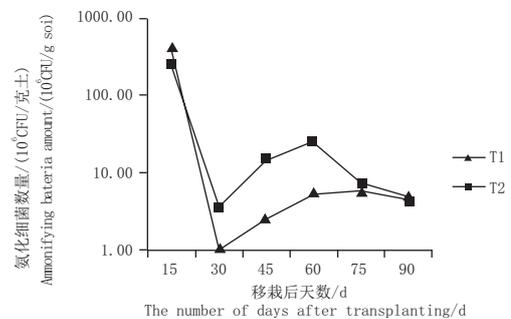


图 4 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中氨化细菌数量的影响

Fig. 4 Effects of rotten straw fertilizer on the number of ammonifying bacteria in root soil of flue-cured tobacco

2.5 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中硝化细菌数量的影响

图 5 所示: 烟草生长前期, 土壤中硝化细菌数量呈下降趋势, T1 处理硝化细菌数量较少, 生长后期数量增加。T2 处理硝化细菌在早期数量较高, 前期持续下降, 然后上升, 在生长后期达到高值。T2 处理硝化细菌数量在多个时期均高于 T1 处理, 表明腐熟秸秆肥对硝化细菌的生长有一定的促进作用, 促进了烟草对氮肥的吸收和利用。

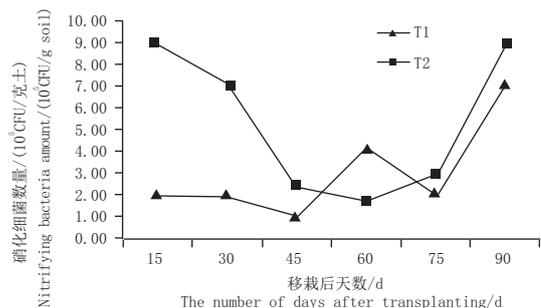


图 5 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中硝化细菌数量的影响

Fig. 5 Effects of rotten straw fertilizer on the number of nitrifying bacteria in root soil of flue-cured tobacco

2.6 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中过氧化氢酶活性的影响

2个处理过氧化氢酶的活性在整个生育期变化趋势一致(图6)。烟草生长前期,2个处理过氧化氢酶活性逐渐降低,然后上升,生长后期,2个处理过氧化氢酶活性较高,T2处理过氧化氢酶活性低于T1。表明在烟草生长后期,随着土壤熟化程度的提高,土壤呼吸强度逐渐增强,而有机肥对土壤过氧化氢酶活性影响较小,不能提高过氧化氢酶的活性。

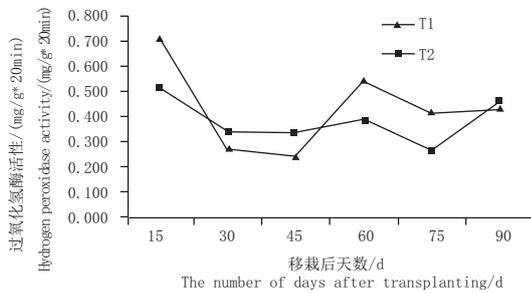


图6 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤过氧化氢酶活性的影响

Fig. 6 Effects of rotten straw fertilizer on activity of hydrogen peroxidase in root soil of flue-cured tobacco

2.7 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中酸性磷酸酶活性的影响

由于试验土壤的pH值呈偏酸性(pH4.5-5.5),因此采用酸性磷酸酶表征土壤磷酸酶活性。在整个生育期,酸性磷酸酶活性变化趋势基本相同(图7),T1和T2处理磷酸酶活性分别在移栽后75d和60d达到高值。T2处理磷酸酶活性在多个时期均明显高于T1处理磷酸酶活性(除75d)。表明,腐熟秸秆肥可提高土壤磷酸酶活性,促进土壤中磷的吸收和利用,有利于烟草对磷的吸收,满足其生长。

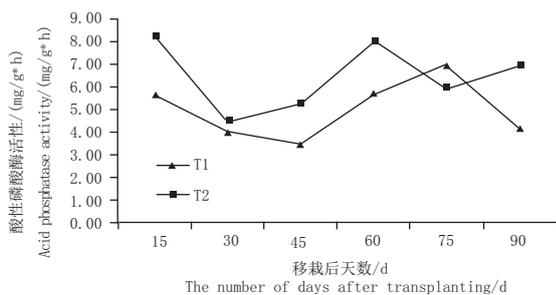


图7 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤酸性磷酸酶活性的影响

Fig. 7 Effects of rotten straw fertilizer on activity of acid phosphatase in root soil of flue-cured tobacco

2.8 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中脲酶活性的影响

土壤中脲酶活性与土壤中的微生物数量、有机质含量、全氮和速效氮含量呈正相关,脲酶活性可用于表征土壤中的氮素状况(图8)。T1处理脲酶活性在早期、后期均较低,在生长旺期上升至最高值。T2处理脲酶活性在各个时期高于T1处理(除移栽后60d)。结果表明,腐熟秸秆肥增强了烟草生长前期和后期土壤脲酶活性,从而促进了有机氮向无机氮的转变,有利于烟草对氮素的吸收和利用。

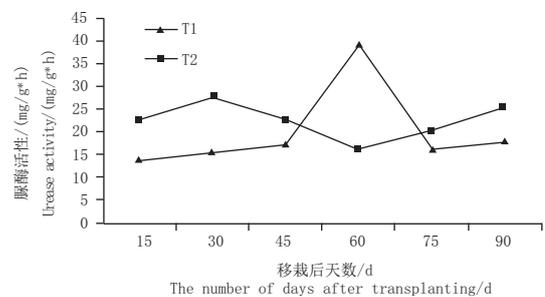


图8 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤脲酶活性的影响

Fig. 8 Effects of rotten straw fertilizer on activity of urease in root soil of flue-cured tobacco

2.9 施用腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤中转化酶活性的影响

从图9结果可以看出,T1处理转化酶活性在生长前期呈下降趋势,然后上升,生长旺期达到高值,活性为9.605 mg/g·h。T2处理转化酶在整个生育期均较低,明显低于T1处理。生长末期,T2处理转化酶活性明显升高。推测,腐熟秸秆肥施用于土壤后,需要较长时间的熟化才能被土壤有效地吸收和利用。T2处理转化酶在生长末期明显上升,这一现象启示腐熟秸秆肥应提前早施。

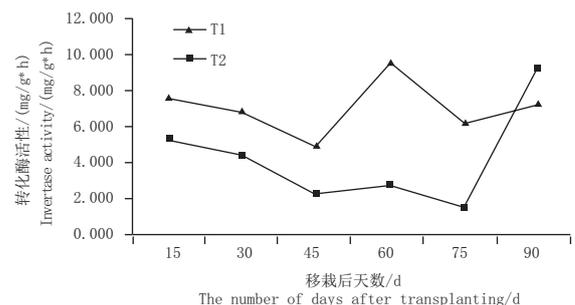


图9 腐熟秸秆肥对烤烟根系土壤转化酶活性的影响

Fig. 9 Effects of rotten straw fertilizer on activity of invertase in root soil of flue-cured tobacco

3 结论与讨论

土壤微生物是土壤中最活跃的成分,特别是在土壤碳、氮、磷等元素的循环过程中起着重要的作用^[12-13]。本研究发现,腐熟秸秆肥可改善土壤微生物种群,提升微生物数量,能有效改善土壤生物特性。腐熟秸秆肥富含有机质,施入土壤增加了其能源物质,为微生物的生长提供了丰富的碳源和氮源,刺激土壤中各种细菌的繁殖。腐熟秸秆肥增加了土壤中硝化细菌和氨化细菌的数量。硝化细菌和氨化细菌数量的增加,则有利于烟草对氮的吸收和利用^[14]。此外,腐熟秸秆肥增加了土壤中放线菌数量,放线菌可产生多种抗生素,抑制土壤中病原菌的生长,表明,腐熟秸秆肥有利于提高烤烟根系土壤对病原菌的拮抗和抗病能力。

在土壤中营养元素的循环中,土壤酶起着重要的作用。土壤中与物质和能量转化有关的生物化学过程都是在土壤酶的作用下进行的,因此,它们在土壤养分的转化、循环、利用及降解土壤有毒物质、消除土壤污染等方面发挥着重要作用^[15]。脲酶、磷酸酶与土壤氮、磷代谢相关,能促进烟草对磷素、氮素的吸收和利用。土壤酶活性分析结果显示,腐熟秸秆肥明显提高了酸性磷酸酶和脲酶的活性,有利于改善土壤内部的营养物质循环,促进烟草对土壤磷肥和氮肥的吸收和利用^[16]。另一方面,腐熟秸秆肥降低了转化酶和过氧化氢酶活性,分析其原因,由于腐熟秸秆肥腐熟程度较低,施入土壤后肥料需要较长时间进行氧化发酵,造成了土壤中的低氧环境,影响了土壤中部分好氧微生物对肥料中养分的分解释放,并降低了土壤的呼吸强度。

综上所述,施用腐熟秸秆肥有利于改善土壤环境,提高土壤酶活性、增加多种微生物数量,提高土壤生物特性。因此,在烟叶产区,其施肥配方应做适当调整,增加腐熟秸秆肥肥料的种类,以达到养分协调,减轻连作对烟叶产质量的影响。

参考文献

- [1] 杜秉海,李贻学,宋国菡,等. 烟田土壤微生物区系分析[J]. 中国烟草, 1996(2): 30-32.
- [2] 许景伟,王卫东,李成. 不同类型黑松混交林土壤微生物、酶及其与土壤养分关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(1): 51-55.
- [3] 罗明,文启凯,周抑强,等. 有机无机肥料配合施用对地膜棉田土壤微生物及生化特性的影响[J]. 新疆农业大学学报, 1997, 20(4): 45-48.
- [4] 马坤,温圣贤,杨辉. 有机肥对烤烟生长及品质的影响研究进展[J]. 作物研究, 2009, 23(5): 360-365.
- [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): 41-45.
- [6] 李振高,骆永明,滕应. 土壤与环境微生物研究法[M]. 北京:科学出版社, 2008: 90-92.
- [7] 黄珏. 硝化细菌的分离鉴定[J]. 水产科技情报, 2004, 31(3): 130-134.
- [8] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社, 1986: 274-278.
- [9] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社, 1987: 254-260.
- [10] 杨兰芳,曾巧,李海波. 紫外分光光度法测定土壤过氧化氢酶活性[J]. 土壤通报, 2011, 42(1): 207-210.
- [11] 严旭升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京:农业出版社, 1988: 212-279.
- [12] Warder D A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil[J]. *Biolog Rev*, 1992, 67: 321-358.
- [13] 王启兰,王长庭,杜岩功,等. 放牧对高寒嵩草草甸土壤微生物量碳的影响及其与土壤环境的关系[J]. 草业学报, 2008, 17(2): 39-46.
- [14] 郭红祥,刘卫群,姜占省. 施用饼肥对烤烟根系土壤微生物的影响[J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(4): 344-347.
- [15] 段玉琪,陈冬梅,晋艳,等. 不同肥料对连作烟草根际土壤微生物及酶活性的影响[J]. 中国农业科技导报, 2012, 14(3): 122-126.
- [16] 樊军,郝叨德. 长期轮作与施肥对土壤酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1): 9-13.