

外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际土壤微生物量及呼吸速率的影响

潘光伟¹, 孟 南², 刘华山^{1,3*}, 郭盘盘³, 韩锦峰¹, 袁士豪⁴, 浦文宣⁴

(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002;

3. 河南农业大学 生命科学学院, 河南 郑州 450002; 4. 湖南中烟工业有限公司 技术中心, 湖南 长沙 410014)

摘要: 采用盆栽试验, 研究了在含有二氯喹啉酸土壤中施入外源菌肥对烟草根际土壤微生物量和呼吸速率的影响。结果表明, 与正常土壤相比, 二氯喹啉酸危害下土壤微生物量碳(SMB_C)、土壤微生物量氮(SMB_N)、土壤微生物量磷(SMB_P)和土壤呼吸速率(SRR)明显降低; 采用 3 种外源菌肥处理后, 与受害土壤相比, 烟草根际土壤中 SMB_C、SMB_N、SMB_P、SRR 均升高, 且高于正常土壤。不同外源菌肥处理改善了受害烟株根际土壤微生物量和呼吸速率, 其中以菌肥 3(生物有机肥)效果最佳。

关键词: 外源菌肥; 烟草; 二氯喹啉酸; 土壤微生物量; 土壤呼吸速率

中图分类号: S154.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)11-0045-04

Effects of Exogenous Bacterial Fertilizer on Tobacco Rhizosphere Microbial Biomass and Respiration Rate under Quinclorac Harm

PAN Guang-wei¹, MENG Nan², LIU Hua-shan^{1,3*}, GUO Pan-pan³,

HAN Jin-feng¹, YUAN Shi-hao⁴, PU Wen-xuan⁴

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

3. College of Life Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

4. Technology Center, Hunan Tobacco Industrial Limited Company, Changsha 410014, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to study the effects of different exogenous bacterial fertilizers on tobacco rhizosphere soil microbial biomass and respiration rate under quinclorac harm. The results showed that: Compared with normal soil, injured soil microbial biomass carbon (SMB_C), microbial biomass nitrogen (SMB_N), microbial biomass phosphorus (SMB_P) and soil respiration rate (SRR) significantly reduced. After using three kinds of exogenous bacterial fertilizers, compared with the injured soil, the tobacco rhizosphere SMB_C, SMB_N, SMB_P and SRR elevated, and were higher than the normal soil. In conclusion, the treatment of different exogenous bacterial fertilizers improves the tobacco rhizosphere soil microbial biomass and respiration rate of the injured soil, in which the fertilizer 3 is the best.

Key words: exogenous bacterial fertilizer; tobacco; quinclorac; soil microbial biomass; soil respiration rate

二氯喹啉酸是德国 BASF 公司 1984 年开发的一种激素型喹啉羧酸类除草剂, 在我国水稻田大龄

稗草及其他杂草的防除中被广泛应用^[1]。大量使用二氯喹啉酸导致其在土壤中残留量增大, 对后茬作

收稿日期: 2014-05-22

基金项目: 湖南中烟有限责任公司科技攻关项目(2009160507)

作者简介: 潘光伟(1989-), 男, 山东日照人, 在读硕士研究生, 研究方向: 烟草栽培生理。E-mail: huiying.1989@163.com

* 通讯作者: 刘华山(1951-), 女, 辽宁盖州人, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail: liuhs602@sina.com

物产生了不同程度的药害^[2]。周向平等^[3]研究发现,烟草受二氯喹啉酸药害后出现畸形生长现象:烟株矮小,叶长变短,叶宽明显变窄,叶缘向背面卷,叶尖向下弯,叶色浓绿,新叶边缘向外卷曲皱缩,但整叶边缘向叶背面内卷皱缩,并逐渐发展为线状叶型,造成烤烟品质下降,药害严重的烟田甚至绝收。由于二氯喹啉酸药害严重影响烟叶产、质量,给烟草生产带来严重的经济损失,已引起烟草学界的高度关注^[4]。随之,缓解二氯喹啉酸药害的研究也逐渐受到人们的重视,其中,寻找二氯喹啉酸的高效降解方法对减轻二氯喹啉酸对农田生态系统的污染具有重要的生态意义和经济意义。

目前,二氯喹啉酸的高效降解方法主要以微生物降解为主。洋葱伯克氏菌 WZ1^[5]、博德特氏菌 HN36^[6]和降解菌 J3 细菌^[7]等单一菌种在实验室环境下对二氯喹啉酸都有很好的降解作用,但施入土壤后微生物降解效果会因环境的变化而下降。因此,寻找更好的微生物降解方法具有十分重要的意义。研究表明,外源菌肥具有增加土壤肥力、改善土壤生态环境、提高作物抗逆性等多种功能^[8],其含有的不同类型和数量有益微生物进入土壤后与土壤中微生物形成相互间的共生增殖关系,能起到群体的协同作用^[9]。此外,外源菌肥能够调节作物根系土壤微生物的生态环境,增加土壤中有益微生物的种群和数量^[10-11],不仅能降解化肥或农药残留,防止作物药害中毒,促进根系生长,还能够改善土壤微生物量碳、氮、磷转化和循环^[12-13]。但迄今为止,外源菌肥缓解二氯喹啉酸药害的研究还未见报道。鉴于此,研究不同外源菌肥对二氯喹啉酸胁迫下烟草根际土壤微生物量碳、氮、磷和土壤呼吸速率的影响,为寻求更加合适的二氯喹啉酸微生物降解方式提供理论依据和技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试烤烟品种为 K326,采用漂浮育苗。菌肥 1(烟草专用菌肥)由重庆市万植巨丰生太肥业有限公司生产;菌肥 2(微生物菌肥)由北京神农源生物科技发展有限公司生产;菌肥 3(生物有机肥)由武汉瑞泽园生物环保科技有限公司生产。50%二氯喹啉酸可湿性粉剂,由江苏绿利来股份有限公司生产。盆栽试验用土取自河南农业大学科教园区,土壤基本理化性质为 pH 值 7.97,有机质含量 12.93 g/kg,全氮含量 0.87 g/kg,全磷含量 0.42 g/kg,全钾含量 20.15 g/kg,速效钾 57.43 mg/kg,速效磷

164.15 mg/kg,碱解氮 57.43 mg/kg。

1.2 试验设计

试验设 5 个处理,即 T0(正常土壤):不施二氯喹啉酸,只用清水处理;T1(受害土壤):仅施二氯喹啉酸,有效含量为 0.085 mg/kg(商品推荐量为 0.375 kg/hm²);T2:受害土壤+菌肥 1(用量 6 g/kg);T3:受害土壤+菌肥 2(用量 1.6 g/kg);T4:受害土壤+菌肥 3(用量 4 g/kg)。土壤过筛(2 mm 孔径)后,与二氯喹啉酸混合均匀(T0 处理除外),装入直径 20 cm、高 15 cm 的塑料盆中,每盆装干土 2.5 kg,保持田间最大持水量 70%,每个处理重复 3 次。

将 5 叶期生长健壮一致的烟苗移栽到塑料盆中,按正常的烟草栽培标准进行管理。待烟株生长至 8 叶期时,灌施不同菌肥进行处理。分别于处理后 5 d、10 d、15 d、20 d 取样,共取 4 次。每个处理取 3 株烟,去除根外土,用毛刷将根际土收集到塑料盘子里。所取样品装入无菌袋中冷藏保存。

1.3 测定项目及方法

土壤微生物量碳(SMB_C)、土壤微生物量氮(SMB_N)、土壤微生物量磷(SMB_P)的测定采用氯仿熏蒸-K₂SO₄ 浸提法^[14-16];土壤呼吸速率(SRR)采用 GXH-3010E1 型便携式红外 CO₂ 气体分析仪(北京华云仪器有限公司生产)测定^[17]。

2 结果与分析

2.1 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_C 含量的影响

SMB_C 含量指土壤中微生物的总碳量,是反映土壤中微生物数量的一个重要指标^[18-19]。SMB_C 的消长反映微生物利用土壤碳源进行自身细胞建成而大量繁殖和微生物细胞解体使有机碳矿化的过程^[20]。从图 1 可以看出,随着处理时间的增加,各处理中的烟草根际 SMB_C 含量均逐渐升高,在处理 10 d 达到最大值,之后降低。受害烟草根际 SMB_C 含

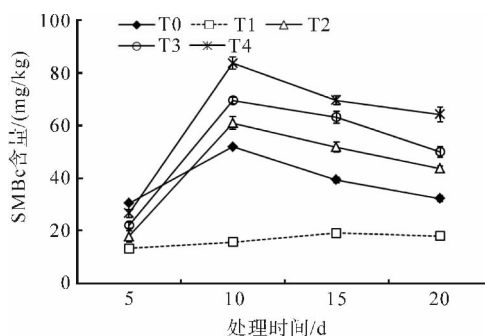


图 1 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_C 含量的影响

量明显低于正常土壤;加入不同外源菌肥后, SMB_C 含量上升,其中处理 10 d,3 个菌肥处理的 SMB_C 含量均超过受害土壤,其中 T4 处理最为明显,分别较 T0、T1 处理增加 61.38% 和 431.9%。说明二氯喹啉酸降低了 SMB_C 含量,而外源菌肥增加了微生物含量,从而提高 SMB_C 含量,使土壤质量得到改善,其中 T4 处理效果高于 T3、T2 处理。

2.2 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_N 含量的影响

SMB_N 在土壤氮素循环和转化过程中起重要调节作用,是土壤氮素的重要储备库^[21]。由图 2 可知,随处理时间的增加,除 T0 处理烟草根际 SMB_N 含量呈先上升后下降的趋势,其余处理呈先上升后下降再上升的趋势。处理 5 d 时,烟草根际 SMB_N 含量最低,受害土壤经外源菌肥修复后均升高,但仍低于正常土壤;处理 10 d 时,外源菌肥修复处理的 SMB_N 含量逐渐高于正常土壤。处理 20 d 时,与 T1 处理相比,T4、T3、T2 处理 SMB_N 含量分别增加 54.65%、61.11%、75.02%,其中 T4 处理对受害土壤 SMB_N 增加效果最好。

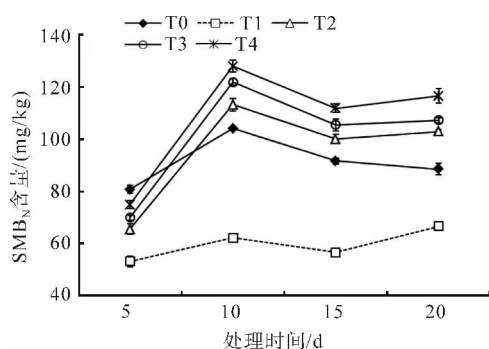


图 2 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_N 含量的影响

2.3 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_P 含量的影响

SMB_P 指土壤中体积小于 $5\ 000\ \mu m^3$ 存活和死亡的微生物体内磷素的总和,其主要成分是核酸、磷脂等易矿化的有机磷及一部分无机磷^[22],在土壤磷素转化、循环和养分平衡中起着重要作用,有利于作物生长^[23]。

由图 3 可以看出,随着处理时间的延长,不同处理间烟草根际 SMB_P 含量总体呈先升高后降低的趋势,处理 10 d 时,除受害处理外,各处理 SMB_P 含量达到最大值。受二氯喹啉酸危害的烟草根际 SMB_P 含量均低于正常土壤,经外源菌肥修复后,处理 20 d 时 T2、T3、T4 处理 SMB_P 含量比 T1 处理分别提高 36.36%、46.21%、57.32%。表明外源菌肥处理可

以提高二氯喹啉酸危害下的烟草根际 SMB_P 含量,表现为 $T4 > T3 > T2$ 。

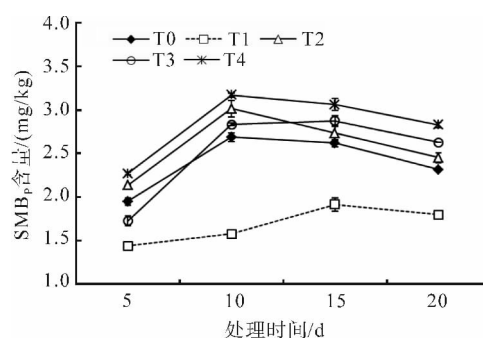


图 3 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SMB_P 含量的影响

2.4 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SRR 的影响

SRR 可以反映土壤有机碳的分解程度、土壤养分的供应状况以及土壤微生物的活性,是评价土壤肥力和土壤生物活性的指标之一^[24],也是土壤中异养微生物和植物根系进行生命活动的标志^[25]。

从图 4 可以看出,随处理时间的延长,烟草根际 SRR 整体呈先上升后下降的趋势,并且受害 SRR 最低。经菌肥修复处理后的 SRR 均高于受害土,且处理约 15 d 之后高于正常土。处理 20 d 时 T2、T3、T4 处理的 SRR 较 T1 处理分别增加 37.61%、50.24%、57.39%,其中 T4 处理对受害 SRR 改善效果最好。可见,外源菌肥能提高受害 SRR,改善土壤生态环境。

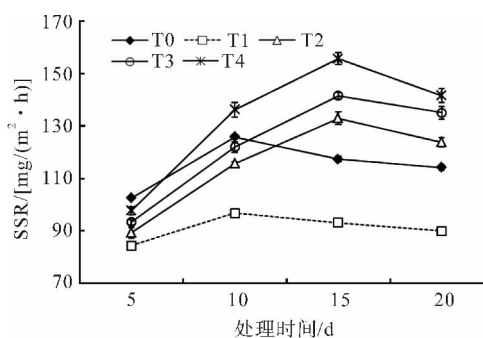


图 4 外源菌肥对二氯喹啉酸危害下烟草根际 SRR 的影响

3 结论与讨论

本试验结果表明,与正常土壤相比,受二氯喹啉酸危害后烟草根际 SMB_C 、 SMB_N 、 SMB_P 和 SRR 明显降低,这与李咏玲等^[26]的研究结果一致;二氯喹啉酸危害下施用不同外源菌肥处理烟草根际土壤, SMB_C 、 SMB_N 、 SMB_P 和 SRR 均明显提高,这是由于外源菌肥使土壤微生态环境得到改善,有利于土壤

中二氯喹啉酸的加速降解,缓解了二氯喹啉酸对烟株的危害,与刘华山等^[27]的研究结果一致。

外源菌肥中含有丰富的有机质和大量的有益微生物,有利于二氯喹啉酸的降解^[28]。施用外源菌肥改善了土壤微生态环境,增强了土壤中微生物的活性,修复了受污染的烟草根际土壤。本试验结果表明,在外源菌肥处理前期,土壤微生物量和呼吸速率的提升并不明显,可能是外源菌肥中大量有益菌施入土壤后需要一定的适应时间,随着时间的延长,施入的有益菌与土壤微生物的协同效应逐渐表现出来,土壤微生物量和呼吸速率大幅度提升。外源菌肥中生物有机肥兼具传统有机肥与微生物菌肥(菌剂)的优势,逐渐被人们所认可,并在生产上得到广泛应用^[29-31]。

本试验结果显示,施用 3 种外源菌肥均能提高受害烟草根际 SMB_C、SMB_N、SMB_P 含量和 SRR,整体效果为 T4>T3>T2,其中以生物有机肥(菌肥 3)的效果最为显著,这是由于生物有机肥中的有机质为土壤中的有益微生物生长提供了载体,有益微生物在土壤中繁殖,起到改良土壤、缓解药害的作用;同时生物有机肥中的营养成分有利于烟株生长,提高了烟株的抗逆性,但外源菌肥对受二氯喹啉酸危害土壤的生理生态作用机制,还有待进一步探究。

参考文献:

- [1] 陈泽鹏,邓建朝,陈伟明,等. 二氯喹啉酸诱导烟草保护酶活性的动态变化[J]. 中国烟草学,2011,32(5):24-28.
- [2] 张倩,宋超,相振波,等. 四种典型稻田除草剂对烟草生长的影响[J]. 中国烟草学报,2013,19(5):82-86.
- [3] 周向平,黄石旺,熊霞,等. 几种水稻田除草剂对烟叶生长的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(29):16280-16281.
- [4] 尹冬,曾勇军,章建其,等. 烟稻轮作区二氯喹啉酸残留对烤烟药害研究进展[J]. 江西农业学报,2012,24(8):38-40.
- [5] Lü Z M, Min H, Wu S W, et al. Phylogenetic and degradation characterization of *Burkholderia cepacia* WZ1 degrading herbicide quinclorac[J]. J Environ Sci Health B,2003,38(6):771-782.
- [6] 易建华,韩锦峰,刘华山,等. 博德特氏菌 HN36 对二氯喹啉酸胁迫下烤烟的修复效应[J]. 河南农业科学,2012,41(3):51-55.
- [7] 董俊宇,罗坤,柏连阳,等. 二氯喹啉酸降解菌的分离鉴定及降解特性分析[J]. 农药学报,2013,15(3):316-322.
- [8] 张玉新,王纯立,谢志刚. 微生物肥对土壤微生物种群数量的影响[J]. 新疆农业科学,2008,45(S1):169-171.
- [9] 李秀英,赵秉强,李絮花,等. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系[J]. 中国农业科学,2005,38(8):1591-1599.
- [10] 周陈,李许滨,徐德彬,等. 生物有机肥对土壤微生物及冬小麦产量效应研究[J]. 耕作与栽培,2008(1):12-14.
- [11] 汤海雄,龚鹏博. 生物有机肥在烟草生产上的应用现状及发展趋势[J]. 广东农业科学,2010,37(2):86-88.
- [12] 和琳,何峰,何策熙,等. 生物有机肥的开发和应用[J]. 腐殖酸,2003(5):27-31.
- [13] Spedding T, Hamel C, Mehuys G R, et al. Soil microbial dynamics in maize-growing soil under different tillage and residue management systems[J]. Soil Biology & Biochemistry,2004,36(3):499-512.
- [14] 苏德森,陈涵贞,徐辉,等. 武夷山常绿阔叶林土壤微生物量氮的动态变化[J]. 福建农业学报,2012,27(5):539-543.
- [15] 吕丽平,刘国栋,王登,等. 不同温湿条件对土壤微生物量碳的影响[J]. 南方农业学报,2013,44(10):1671-1676.
- [16] 程伟,王菲. 土壤生物量磷测定方法及注意事项[J]. 农林论坛,2013(7):474.
- [17] 张俊丽,廖允成,曾爱,等. 不同施氮水平下旱作玉米田土壤呼吸速率与土壤水热关系[J]. 农业环境科学学报,2013,32(7):1382-1388.
- [18] 石玲,戴万宏. 宣城红壤微生物量碳含量及其与土壤有机碳矿化的关系[J]. 土壤通报,2009,40(3):547-551.
- [19] 周鑫斌,段学军. 不同土壤熟化措施对土壤微生物量碳的影响[J]. 山西农业科学,2003,31(2):33-36.
- [20] 张成娥,梁银丽. 不同氮磷施肥量对玉米生育期土壤微生物量的影响[J]. 中国生态农业学报,2001,9(2):72-74.
- [21] 王岩,刘国顺. 绿肥中养分释放规律及对烟叶品质的影响[J]. 土壤学报,2006,43(2):273-279.
- [22] 赵和胜,王良梅,韦庆翠,等. 不同林龄和栽培代次杨树林土壤微生物量磷动态研究[J]. 江苏林业科技,2013,40(4):8-12.
- [23] 李东坡,武志杰,陈利军,等. 长期培肥黑土微生物量磷动态变化及影响因素[J]. 应用生态学报,2004,15(10):1897-1902.
- [24] 高婕,李倩,刘景辉,等. 免耕留茬对内蒙古后山地区油菜田土壤呼吸和水热变化的影响[J]. 作物杂志,2012(3):81-85.
- [25] 陈全胜,李凌浩,韩兴国,等. 水热条件对锡林河流域典型草原退化群落土壤呼吸的影响[J]. 植物生态学报,2003,27(2):202-209.
- [26] 李咏玲,张天宝,王维帅,等. 苯磺隆和 2,4-D 对盆栽小麦土壤微生物量碳、氮的影响[J]. 核农学报,2012,26(4):705-709.
- [27] 刘华山,张志勇,韩锦峰,等. 复合菌剂对二氯喹啉酸胁迫下土壤微生物数量及酶活性的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(11):64-68.
- [28] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.
- [29] 赵云涛,严才德,张丽娟,等. 棉花专用有机生物肥施用效果的研究[J]. 中国棉花,2001,28(8):22-23.
- [30] 李远明,申庆龙,张凤泉,等. 生物有机肥在优质大豆生产中应用效果的研究[J]. 大豆通报,2002(3):7.
- [31] 高峰,曹林奎,陈国军,等. 生物有机肥在糯玉米生产上的应用研究[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2003,21(3):237-241.