

两种除草剂对稻田土壤微生物数量和酶活性的影响

徐蒋来¹, 胡乃娟¹, 张政文¹, 陶宝瑞¹, 朱利群^{1,2}

(1. 南京农业大学 农学院, 江苏 南京 210095; 2. 南京农业大学 农村发展学院, 江苏 南京 210095)

摘要: [目的] 探究常用除草剂及其浓度对稻田土壤微生物数量及酶活性的影响, 为评价除草剂对水田土壤生态效应提供参考依据。[方法] 通过开展大田试验, 设置了华星草克和丁草胺两种除草剂及其高、中、低 3 种浓度进行试验。[结果] (1) 中、低浓度丁草胺和华星草克对土壤微生物数量影响较小, 即使在短期内会产生细微的抑制作用, 但恢复较快; (2) 高浓度处理对土壤微生物数量影响较为明显, 但随除草剂施入时间的延长, 抑制作用在 21 d 基本恢复至对照水平; (3) 两种除草剂处理对土壤脲酶、蔗糖酶均产生了一定的抑制作用, 这种抑制作用随浓度升高而增强, 但随着药效的降解, 抑制作用逐渐消失, 酶活性恢复至对照水平; (4) 两种除草剂对土壤过氧化氢酶的影响与其他两种酶不同, 具有一定的刺激作用。[结论] 两种除草剂对稻田土壤微生物数量和酶活性的影响因不同的施药浓度以及施药后作用时间的推移而异, 不高于中等浓度处理对其影响较小, 且短期内易恢复至正常水平。因此, 适量的除草剂对水田土壤生态系统是相对安全的。

关键词: 除草剂; 水稻田; 土壤微生物; 土壤酶活性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)04-0168-04

中图分类号: S154.3, S482.4

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.033

Effects of Two Herbicides on Soil Microbes and Enzyme Activities in a Paddy Field

XU Jianglai¹, HU Naijuan¹, ZHANG Zhengwen¹, TAO Baorui¹, ZHU Liqun^{1,2}

(1. College of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China;

2. College of Rural Development, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract: [Objective] This paper aimed to explore the influences of common herbicides and its concentration on soil microbial populations and enzyme activities in order to provide a reference basis for evaluating its soil ecology effect in paddy field. [Methods] A paddy field experiment treated with low, medium and high concentrations of two herbicides was conducted. The two herbicides were sensulfuron-methyl+scetochlor, W.P and butachlor. [Results] (1) Herbicides with low or medium concentration had little effects on the numbers of microorganisms. Though short term inhibition existed, microorganisms can recovered quickly; (2) High concentration of herbicides had obvious inhibition, it can last about 20 days, and after that, the numbers of microbe recovered to the control background level; (3) These two herbicides had inhibition effects both on soil urease and invertase to a certain extent, and this inhibition was enhanced when concentration increased. As time went on, the inhibition effect declined gradually, and the activity returned to the control level; (4) The two herbicides showed a certain stimulation to catalase activity, this is different from that on soil urease and invertase. [Conclusion] The effects of the two herbicides on soil microbial populations and enzyme activities varied with concentrations and the lasting time after application. The low and medium concentrations had little impacts on either microbial numbers or enzyme activities, and they can recover to the control level in a short term. Therefore, medium concentration of herbicide or low was relatively safe for soil ecosystem in paddy field.

Keywords: herbicide; paddy field; soil microorganisms; soil enzymes activities

土壤微生物是土壤生态系统中物质和能量循环的重要参与者, 其活动是有机质转化、养分循环与释

放、物质分解等生物及生物化学过程中最为重要的推动力^[1]。土壤中的酶作为土壤新陈代谢的重要因素,

收稿日期: 2014-05-12

修回日期: 2014-06-30

资助项目: 公益性行业(农业)科研专项“麦—稻两熟区高效环保农作制模式与配套技术研究示范”(201103001)

第一作者: 徐蒋来(1991—), 男(汉族), 浙江省台州市人, 硕士研究生, 研究方向为农业生态学。E-mail: jianglai532@163.com。

通信作者: 朱利群(1975—), 男(汉族), 浙江省杭州市人, 副教授, 主要从事农田生态与耕作制度的研究。E-mail: zhulq@njau.edu.cn。

同生活着的微生物细胞一起推动着物质转化,在土壤碳、氮、磷循环过程中具有重要的作用^[2]。土壤酶活性的改变将影响土壤养分释放,从而影响作物生长,因此土壤酶活性又可作为农业管理实践过程中土壤质量演变的生物活性指标^[3]。农田施用的化学农药大部分散落于土壤中,对土壤微生物生物量及活性产生一定的影响,进而影响土壤肥力的持续性^[4-6]。华星草克是乙草胺和苄嘧磺隆两种有效成分的复制配剂,为选择性芽前除草剂。华星草克能有效防除水稻移栽田1年生及部分多年生部分杂草,稗草、鸭舌草、四叶萍等一年生阔叶杂草及莎草科杂草,为苏南地区较为常用的除草剂之一。丁草胺为酰胺类内吸性传导型选择性芽前除草剂,主要用于水稻田防除稗草、牛毛草,也可用于小麦、玉米、棉花等作物上防除杂草。近年来有关除草剂对土壤生态系统的研究主要集中在重金属、温室气体排放、药物残留及降解方面^[7-12],涉及对土壤微生物及酶活性方面的研究相对较少。本研究在大田试验条件下,分析华星草克和丁草胺对稻田土壤微生物数量和酶活性的影响,以了解两种除草剂对土壤生物学功能的影响,为评价其对水田土壤生态环境效应提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在江苏省南京市江宁区淳化镇试验田进行,该地区位于东经118°30',北纬31°50',海拔30~50 m,雨量充沛,热量丰富,平均气温15.5℃,年降水量1 004.6 mm,属北亚热带季风气候,具有湿润土壤水分状况。试验地前茬为小麦,土壤质地为黏壤土,土壤pH值为6.21,有机质22.449 g/kg,全氮0.874 g/kg,碱解氮120.956 mg/kg,速效磷5.435 mg/kg,速效钾58.171 mg/kg。

1.2 试验设计

采用随机区组设计,设7个处理,3次重复,共21个小区,小区面积为21 m²(3 m×7 m)。试验中水稻供试品种为武育粳3号,水稻秧苗于2013年6月23日移栽,移栽后7 d施用除草剂,于2013年11月5日收获。供试药剂为华星草克(江苏省苏科农化有限公司)和丁草胺(江苏省常隆农化有限公司)。华星草克的施药方法为拌土撒施法,取供试土壤分装于塑料杯中,分别加入不同剂量的华星草克,使得其在土壤中的浓度依次为1.27 g/kg(田间低用量225 g/hm²),2.56 g/kg(田间正常用量450 g/hm²),3.79 g/kg(田间高用量675 g/hm²),以不施除草剂为对照;丁草胺的施药方法为喷洒法,用手持式喷雾器喷施,用液量为

800 kg/hm²,丁草胺的施用量分别为1 200,1 500,1 800 ml/hm²,其浓度依次为0.65,1.09,1.52 g/kg,以不施除草剂为对照。施药后分别于1,7,14,21和30 d,用土钻取0—15 cm的土样,每小区取5个样点,混拌均匀,测定土壤微生物数量和酶活性。

1.3 土壤微生物数量的测定

采用稀释平板计数法测定土壤中的微生物。称取土样10 g,装入含有90 ml无菌水的三角瓶中,振荡30 min,取1 ml土壤悬液于装有9 ml无菌水的试管中,充分混匀,再取1 ml土壤悬液于装有9 ml无菌水的试管中,充分混匀,反复稀释5次。然后吸取不同稀释度的菌悬液各0.1 ml接种至培养基中,用三角涂布棒涂抹均匀。细菌计数采用牛肉膏蛋白胨培养基;真菌用马丁氏培养基;放线菌采用改良的高氏1号培养基。

1.4 土壤酶活性的测定

土壤过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法,以1 g土壤消耗0.1 mol/L高锰酸钾溶液毫升数(ml)表示。土壤蔗糖酶活性测定采用3,5-二硝基水杨酸比色法,以24 h后1 g土壤葡萄糖的毫克数(mg)表示。脲酶活性测定采用尿素水解法,以24 h后土壤中NH₃-N的含量(mg/g)表示。

1.5 数据分析

试验数据均采用Excel和SPSS 17.0软件进行计算和统计分析。

2 结果与分析

2.1 华星草克对土壤微生物数量的影响

由图1可见,在整个试验的第1,7 d中,华星草克高浓度对细菌的抑制效果最为明显,其抑制率分别为27.92%和25.45%,始终与对照处理差异极显著。低浓度和中等浓度华星草克虽然抑制效果相对较小,但也始终与对照差异显著,且细菌数量随除草剂浓度的升高而降低。在第21 d,随着除草剂药效的降解,不同浓度处理的土壤细菌数量逐渐恢复至对照水平。试验初期,不同浓度华星草克对真菌均有不同程度的抑制,尤其是第1和7 d时真菌数量显著低于对照,其中高浓度华星草克的抑制率分别为29.60%和32.89%。而低浓度华星草克在第14 d恢复至对照水平,中等浓度和高浓度华星草克在21 d后也恢复至对照水平。不同浓度的华星草克对放线菌的影响相对较小,低浓度的华星草克在第1 d更是促进了放线菌的生长,但高浓度同样有一定的抑制作用。随着时间的推移,在21 d后不同浓度华星草克处理的放线菌数量恢复至对照水平,且不同处理间差异不显著。

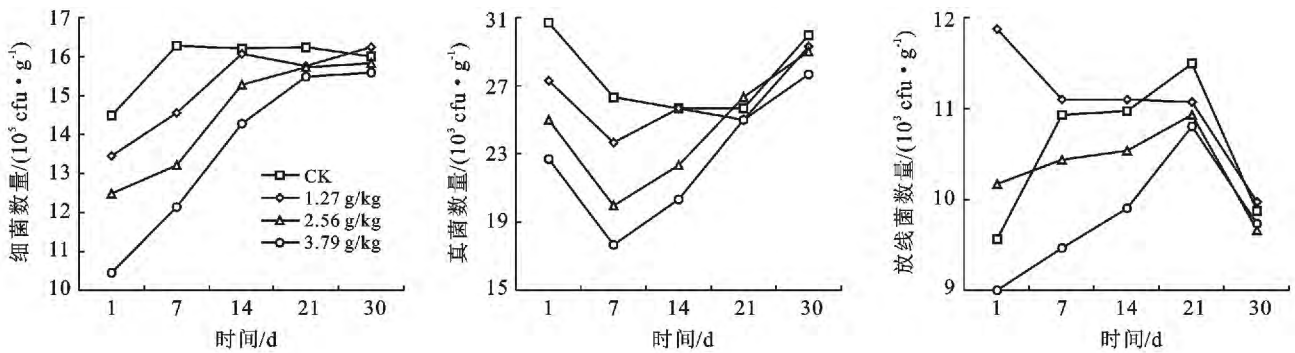


图 1 华星草克对土壤细菌、真菌和放线菌数量的影响

2.2 华星草克对土壤酶活性的影响

由图 2 可知,华星草克处理后稻田土壤中脲酶活性在 14 d 内均受到不同程度的抑制,并随浓度的提升抑制作用加强。21 d 后,脲酶活性随药效的降解逐渐恢复至对照水平。试验结果表明,华星草克在施用后 3 周内对土壤脲酶活性产生一定的抑制作用,从而延缓尿素的水解速度,有利于提高尿素的利用率^[13]。相对于蔗糖酶,华星草克对其活性的影响不大。与对照相比,施用华星草克的土壤在施药后第 7 d,蔗糖酶

对低浓度华星草克的反应并不明显,高浓度处理对蔗糖酶活性产生一定程度的抑制作用,这种效果在施药后第 7 d 恢复至对照水平。与脲酶和蔗糖酶不同,华星草克对土壤过氧化氢酶具有一定的刺激作用。其中,处理后 1 和 7 d 促进作用较明显,浓度越高刺激作用越强。这可能是由于土壤微生物能够利用华星草克作为碳源和能源刺激自身的生长,从而使过氧化氢酶活性被激活。但随着除草剂药效的降解,对土壤过氧化氢酶的刺激作用也逐渐减弱。

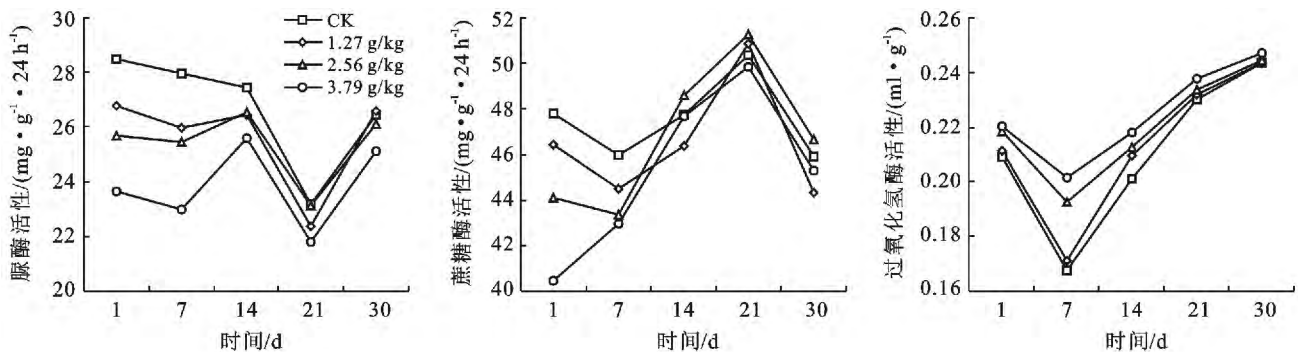


图 2 华星草克对土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性的影响

2.3 丁草胺对土壤微生物数量的影响

由图 3 可见,丁草胺对细菌表现出一定的抑制作用,并且随浓度的升高抑制效果增强。低浓度丁草胺处理后 1 和 7 d 低于对照处理,14 d 后细菌数量恢复至对照水平;中等浓度和高浓度丁草胺处理后 1 和 7 d 的细菌数量明显低于对照处理,其中高浓度的抑制率分别为 29.30% 和 21.33%,并在 21 d 后恢复正常水平。因此,丁草胺对土壤细菌的影响与其浓度直接相关,高浓度丁草胺对细菌的抑制水平和抑制期均明显超过低浓度处理。

试验初期(1 和 7 d),丁草胺对真菌的影响表现出显著地抑制作用,并随着丁草胺浓度的提高其抑制效果也随之增强,其中高浓度丁草胺的抑制率分别达到 32.66% 和 27.84%。随着药效的降解,真菌数量在 14 d 后恢复至正常迹象。放线菌对丁草胺的敏感性低于细菌和真菌,低浓度丁草胺对放线菌数量影响

不显著。中等浓度丁草胺在试验第 1 d 表现出细微的抑制作用,而高浓度丁草胺对放线菌的抑制效果较强,并在第 7 d 恢复至正常迹象。

2.4 丁草胺对土壤酶活性的影响

图 4 表明,低浓度丁草胺对脲酶活性影响不明显,中等浓度和高浓度丁草胺对脲酶活性表现出一定的抑制作用,并随浓度的升高抑制效果增强。经过时间的推移,药效逐渐降解,脲酶活性在第 21 d 恢复至对照水平。蔗糖酶活性对丁草胺的响应并不敏感,在试验初期(1 d)抑制效果并不明显,只在第 7 d 高浓度丁草胺表现出一定的抑制作用,并随时间的推移,到 14 d 蔗糖酶活性恢复至对照水平。丁草胺对过氧化氢酶活性具有一定的刺激作用,浓度越高刺激作用越强。这种刺激作用在第 7 d 影响最为显著,说明丁草胺具有诱导过氧化氢酶活性的能力。随丁草胺药效的降解,其刺激作用也逐渐减弱。

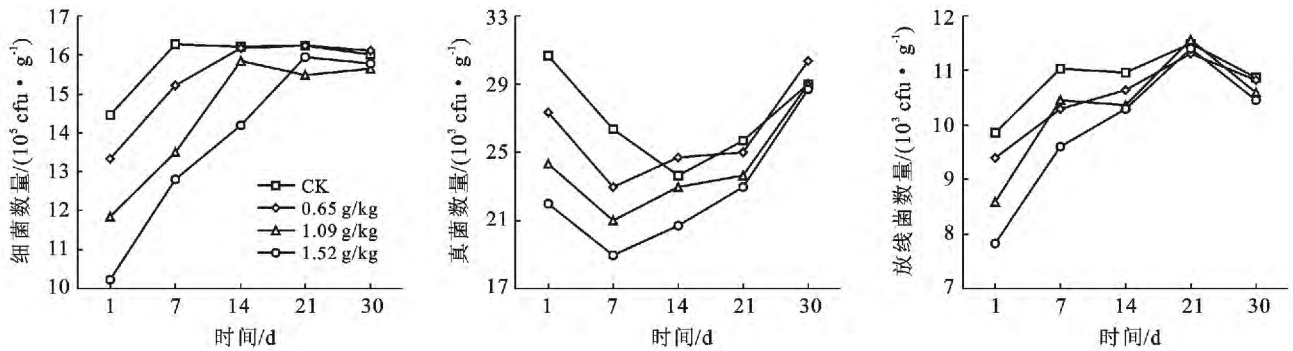


图3 丁草胺对土壤细菌、真菌和放线菌数量的影响

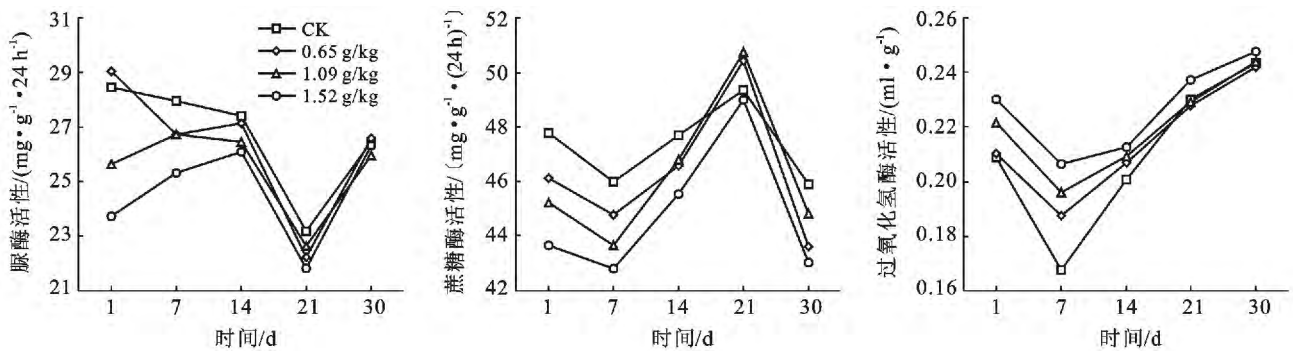


图4 丁草胺对土壤脲酶、蔗糖酶和过氧化氢酶活性的影响

3 结论

两种除草剂对稻田土壤微生物数量和酶活性的影响随施药浓度的不同和施药后作用时间的推移而异。低浓度丁草胺和华星草克对土壤微生物数量影响不大,在短期内会产生细微的抑制作用,但恢复较快;高浓度处理对土壤微生物的抑制作用较为明显,且恢复缓慢。由此可见,土壤中除草剂的残留物将导致土壤微生物群落结构发生变化,使得生物多样性减少,从而降低土壤肥力,给农作物生长带来潜在危害。两种除草剂处理对土壤脲酶、蔗糖酶均产生了一定的抑制作用,这种抑制作用随浓度升高而增强,随着时间的延长,药效逐渐降解,酶活性恢复至对照水平。而土壤过氧化氢酶对除草剂的响应与其他两种酶不同,具有一定的刺激作用,并随浓度的升高,刺激作用增强。

[参 考 文 献]

- [1] 陶波,蒋凌雪,沈晓峰,等. 草甘膦对土壤微生物的影响[J]. 中国油料作物学报,2011,33(2):162-168,179.
- [2] 滕春红,陶波. 除草剂氯嘧磺隆对土壤酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报,2006,25(5):1294-1298.
- [3] 王正贵,封超年,郭文善,等. 除草剂苯磺隆对麦田土壤酶活性的影响[J]. 麦类作物学报,2010,30(2):391-394.
- [4] 朱鲁生,王军,林爱军,等. 二甲戊乐灵的土壤微生物生态效应[J]. 环境科学,2002,23(3):88-91.
- [5] 廖敏,黄昌勇. 镉在有机酸存在时对红壤中微生物生物量的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(3):300-302.
- [6] 姚桃应,何振立,陈国潮,等. 红壤微生物量在土壤—黑麦草系统中的肥力意义[J]. 应用生态学报,1999,10(6):725-728.
- [7] Chander K, Brookes P C. Plant inputs of carbon to metal-contaminated soil and effects on the soil microbial biomass[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1991, 23(12):1169-1177.
- [8] Kyaw K M, Toyota K. Suppression of nitrous oxide production by the herbicides glyphosate and propanil in soils supplied with organic matter[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 2007, 53(4): 441-447.
- [9] Sarmah A K, Sabadie J. Hydrolysis of sulfonylurea herbicides in soils and aqueous solutions; A review [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2002, 50(22):6253-6265.
- [10] Loux M M, Reese K D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides [J]. Weed Technology, 1993,7(2): 452-458.
- [11] 张浩,王岩,逯忠斌,等. 莎阔丹除草剂在稻田环境中的残留动态研究[J]. 农药学报,2003,5(2):64-68.
- [12] 陈小军,程东美,徐汉虹,等. 苯·丁可湿性粉剂中丁草胺在稻田土壤和田水中残留动态[J]. 生态环境, 2008, 17(6):2195-2200.
- [13] 卢婉芳,陈苇,王德仁. 脲酶抑制剂(NBPT)对提高尿素氮利用率的研究[J]. 中国农学通报,1990,6(2):23-25.