

亚铵法造纸废液干粉对土壤酶活性的影响^①

徐江兵¹, 林先贵^{2*}, 王一明², 王俊华²

(1 南京中科院跨克科技有限责任公司, 南京 210008; 2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 采用盆栽试验方法研究了亚铵法造纸废液干粉不同添加量对土壤脲酶、磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性的影响。结果表明, 在未种植青菜的处理中, 干粉显著抑制土壤脲酶、磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性, 抑制程度随施入量的增加而增大; 在种植青菜的处理中, 除了脲酶活性受到干粉促进外, 磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性均受到干粉的抑制, 变化趋势均与未种植青菜的处理类似。

关键词: 造纸废液干粉; 亚铵法; 土壤酶活性

中图分类号: S154.2; X703

土壤中酶是植物、动物、微生物活动的产物, 它与土壤微生物共同推动土壤的代谢过程。由于土壤酶参与土壤中许多重要的生物化学反应过程, 且与 C、N、S、P 等各元素的生物循环密切相关^[1], 因而常被作为评价土壤肥力的重要指标之一^[2-3]。

亚铵法造纸过程中产生的废液对环境污染极其严重, 其治理成效将极大地影响造纸企业的生存发展, 而将其制成干粉是废物资源化的又一有效途径。研究表明, 废液干粉中不仅含有大量的作物生长所需的营养元素, 还有大量的木质素磺酸盐^[4], 这对土壤中 C、N、P 等营养物质循环有较大影响。从土壤酶学角度探讨废液干粉对土壤营养元素的影响, 能较迅速地反映土壤的生物化学特征, 并揭示其内在机理。

本文通过盆栽试验, 研究了亚铵法造纸废液干粉对土壤中脲酶、磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性的影响, 为废液干粉在农业生产上的利用提供科学的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试样品及性质

供试土壤为黄棕壤, 采自南京近郊菜园。土壤的基本化学性质为: 有机质 25.3 g/kg, 全 N 1.30 g/kg, 全 P (P₂O₅) 2.4 g/kg, 速效 P 73.09 mg/kg, 全 K (K₂O) 22.8 g/kg, 速效 K 127.16 mg/kg, pH 5.5。采集 0~20 cm 表层土壤, 过 3 mm 筛。

亚铵法造纸废液干粉由安徽金阳环保肥业有限公

司提供, 其生产工艺参见文献[4]。

1.2 试验方法

试验设置种植青菜与对照不种植青菜 2 个主处理, 在每主处理中设置废液干粉 5 级施用浓度 (0、0.5、1.0、2.0、5.0 g/kg 湿土), 3 次重复。试验采用温室盆栽的方法, 用土量 1 kg/盆, 试验周期为 45 天。盆栽结束后, 将盆栽土过 2 mm 筛, 并置 4℃ 条件下冷藏, 测定酶活性。

1.3 测定方法

脲酶采用靛酚蓝比色法测定, 中性磷酸酶采用磷酸苯二钠比色法测定, 转化酶采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法^[5]测定, 多酚氧化酶采用邻苯三酚比色法^[6]测定。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2003 及 SPSS 13.0 进行统计分析, 并用 Duncan 检验进行多重比较 (p<0.05), 绘图采用 Origin 7.5。

2 结果与分析

2.1 不同干粉添加量对土壤脲酶活性的影响

土壤脲酶是一种作用极为专一的酶, 其主要作用是促进尿素态 N 的水解。尿素态 N 只有在土壤脲酶的作用下水解成 NH₄⁺-N 后, 才能被作物吸收利用^[7], 故脲酶的活性可用来表示土壤的 N 素水平^[8]。

盆栽试验结果 (图 1) 表明, 不添加干粉处理, 种植青菜与否对土壤脲酶活性影响不大。在未种植青

①基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD10B09) 资助。

* 通讯作者 (xglin@issas.ac.cn)

作者简介: 徐江兵 (1981—), 男, 硕士, 主要从事废弃物资源化利用方面的研究。E-mail: jiangbxu@126.com

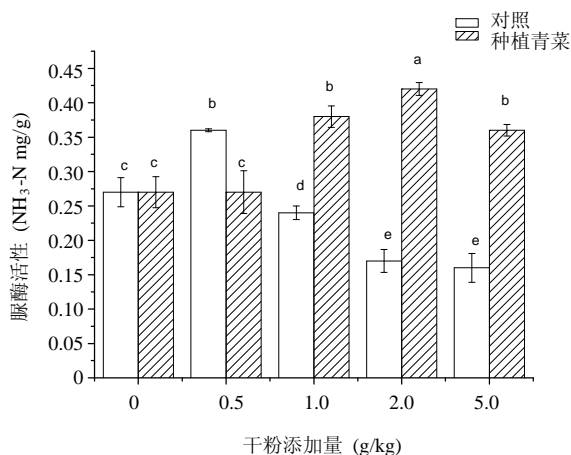


图 1 不同处理对土壤脲酶活性的影响

Fig. 1 Influence of different treatments on soil urease activity

菜的对照处理中，随着干粉加入量的增大，土壤脲酶活性受到显著抑制，和不添加干粉处理相比，添加干粉的处理下降均幅达 30.1%。已有的研究表明，木质素氨解产物（磺酸盐）对土壤中尿素水解有较好的抑制作用^[9]，并且呈现出随氨解产物含量的增加，土壤脲酶活性显著下降的趋势^[7, 10]，本试验干粉中含有较多的木质素磺酸盐，因而脲酶活性受到较明显的抑制。

在种植青菜的处理中，添加干粉提高了土壤脲酶活性，且脲酶活性随着干粉加入量的增多而增强，当干粉加入量达到一定程度时，脲酶活性则降低。除 0.5 g/kg 添加量外，其余干粉处理的脲酶活性均显著高于 0 添加量处理，提高均幅达 42.0%。其主要原因是在青菜整个生育期内，没有添加干粉之外的营养物质，土壤中养分处于相对较低水平，而干粉中含有较多的 N、K 等营养元素，相应处理中微生物及青菜根系活动较为旺盛，并分泌出一定的脲酶，提高了脲酶活性。但随着干粉量的增大，木质素对土壤脲酶抑制作用增大，因而脲酶活性在干粉高施入量时有一定程度的下降，这表明干粉对脲酶活性影响主要取决于两方面：干粉对根系、微生物分泌脲酶的促进作用，以及木质素氨解产物对脲酶活性抑制作用，最终土壤中脲酶活性的变化趋势取决于两者间的差异。

从以上结果来看，废液干粉中的木质素氨解产物能抑制土壤脲酶活性，这对延缓土壤中尿素态 N 释放、提高 N 素的利用率有积极意义；而其含有的营养元素又部分补充了土壤养分，可作为肥料使用。因而，将干粉用于农业生产时应充分考虑两者间的平衡关系。

2.2 不同干粉添加量对磷酸酶活性的影响

土壤磷酸酶是催化土壤中磷酸单酯水解的酶，它

能将有机磷酸酯水解为无机磷酸盐，土壤中有有机 P 是在它的作用下才能转化成可供植物吸收的无机 P^[11]，其活性高低直接影响土壤有机 P 的分解转化及其生物有效性。

试验结果（图 2）表明：在相同的干粉施入量下，种植青菜与否对土壤磷酸酶活性影响较小，总体来说差异不显著。在未种植青菜的对照处理中，添加干粉能抑制磷酸酶活性，其中 0.5 和 5.0 g/kg 添加量的处理抑制效果达到显著水平，两处理中磷酸酶活性下降均幅为 11.8%，这表明木质素氨解产物对土壤磷酸酶活性有一定的抑制作用；种植青菜的处理中，磷酸酶活性差异程度与未种植青菜处理类似。这表明，废液干粉能抑制磷酸酶活性。

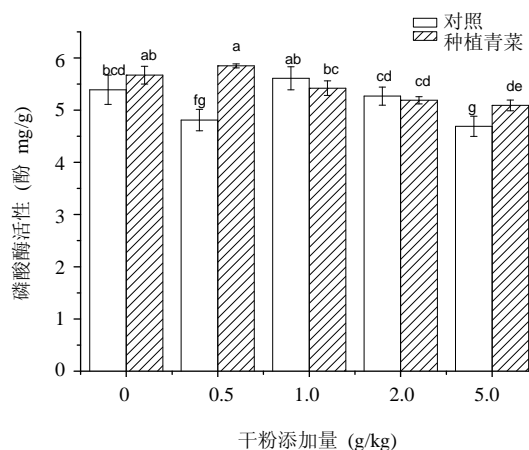


图 2 不同处理对土壤磷酸酶活性的影响

Fig. 2 Influence of different treatments on soil phosphatase activity

2.3 不同干粉添加量对转化酶活性的影响

转化酶即蔗糖酶，它能催化蔗糖水解生成葡萄糖和果糖，能够反映土壤中 C 的转化^[12]，对增加土壤中易溶性营养物质起着重要作用^[8]。

从图 3 可以看出，不添加干粉处理，种植青菜与否对土壤转化酶活性影响也不大；在等量干粉处理中（除 0.5 g/kg 干粉处理），种植青菜均显著降低土壤转化酶活性，其可能原因在于干粉中含有较多的糖类物质，施入干粉后，刺激青菜更多地利用了土壤中的有机物质，较多的糖类物质被转化分解，残留在土壤中的糖类物质相应减少，土壤转化酶活性降低。在未种植青菜的对照处理中，增加干粉抑制土壤转化酶活性，除 0.5 g/kg 干粉处理，其余处理中干粉施入量越高，转化酶活性越低，2.0 和 5.0 g/kg 干粉处理抑制效果达到显著。在种植青菜的处理中，干粉对转化酶活性的影响趋势与对照处理类似。这表明干粉对土壤转化酶有较强的抑制作用。

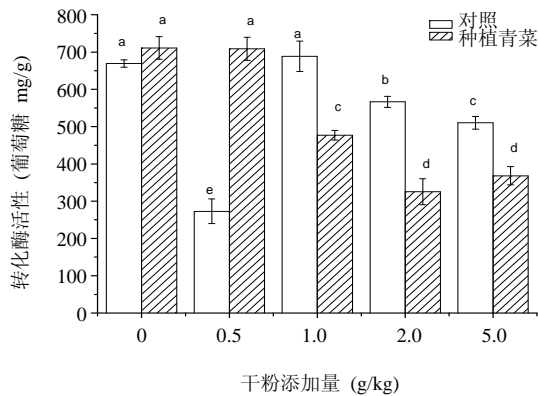


图 3 不同处理对土壤转化酶活性的影响

Fig. 3 Influence of different treatments on soil invertase activity

2.4 不同干粉添加量对多酚氧化酶活性的影响

多酚氧化酶属于氧化还原酶体系, 在芳香族有机氧化物转化为腐殖质组分过程中起重要作用^[6], 其活性在一定程度上反映土壤腐殖化进程。

图 4 结果表明, 不添加干粉处理, 种植青菜与否对土壤多酚氧化酶活性影响亦不大; 在等量干粉处理中, 种植青菜有降低土壤多酚氧化酶活性的趋势 (除 0.5 g/kg 干粉处理), 其原因在于, 种植青菜使得土壤微生物活性较强, 促使土壤中有机物质的腐殖化程度增强^[13], 因而多酚氧化酶活性降低。而无论是否种植青菜, 添加干粉均能显著降低多酚氧化酶活性, 且干粉施入量越多, 多酚氧化酶活性越低, 干粉的抑制作用越明显。

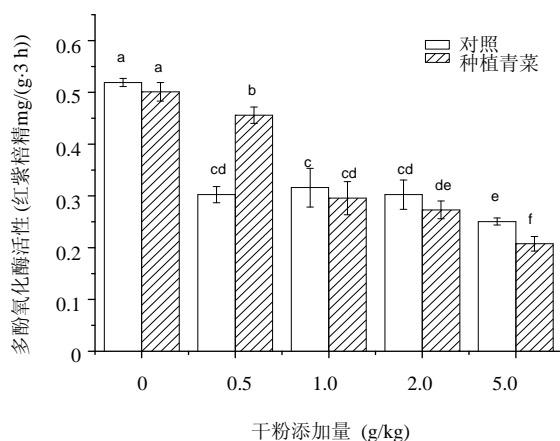


图 4 不同处理对土壤多酚氧化酶活性的影响

Fig. 4 Influence of different treatments on soil polyphenoloxidase activity

3 结论

在土壤中施入亚铵法造纸废液干粉后, 土壤酶的活性有较大变化。当土壤中未种植青菜时, 废液干粉对土壤脲酶、磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性表现出一致的抑制作用, 且酶活性随着干粉施入量的增加而降低。而在种植青菜的处理中, 除脲酶外, 磷酸酶、转化酶及多酚氧化酶活性均受到废液干粉的抑制, 且酶活性随干粉施入量增加而降低; 对于脲酶, 干粉对其表现出一定的刺激作用, 其活性随着干粉施入量的增加而增加, 但干粉量增加到一定程度后脲酶活性有小幅的下降趋势。通过本研究, 旨在为造纸废液的资源化利用提供基础理论支持, 并为进一步开发利用造纸废液提供思路。

参考文献:

- [1] 姚晓华, 闵航, 袁海平. 杀虫剂啶虫脒对旱地土壤酶活性及呼吸强度的影响. 土壤学报, 2005, 42(6): 1012-1016
- [2] 周礼恺. 土壤酶活性的总体在评价土壤肥力水平中的作用. 土壤学报, 1983, 20(4): 413-417
- [3] 李腊梅, 陆琴, 严蔚东, 王校常. 太湖地区稻麦二熟制下长期秸秆还田对土壤酶活性的影响. 土壤, 2006, 38(4): 422-428
- [4] 林先贵, 束中立, 吴锡军, 王飞, 李华, 孙超. 亚铵制浆废液生产有机无机复混肥的工艺及其肥效. 中国造纸, 2004, 23(11): 45-48
- [5] 郑洪元, 张德生. 土壤动态生物化学研究法. 北京: 科学出版社, 1982: 173-265
- [6] 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1986
- [7] 朱启红. 木质素复混肥对土壤脲酶活性的影响. 农机化研究, 2007, 5(5): 151-152
- [8] 杨朝辉, 韩晓日, 刘岱松, 高鸣, 隋小慧. 包膜复合肥料对盆栽大豆土壤酶活性的影响. 安徽农业科学, 2007, 35(18): 5493-5495
- [9] 朱启红, 伍钧. 新型木质素缓释肥料氮磷利用率研究. 农机化研究, 2006, 9(9): 141-143
- [10] 王德汉, 彭俊杰. 木质素磺酸盐对尿素氮转化与蔬菜硝酸盐积累的影响. 环境科学, 2003, 24(5): 141-146
- [11] 王俊华, 尹睿, 张华勇, 林先贵, 陈瑞蕊, 钦绳武. 长期定位施肥对农田土壤酶活性及其相关因素的影响. 生态环境, 2007, 16(1): 191-196
- [12] 樊军, 郝明德. 黄土高原旱地轮作与施肥长期定位试验研究 II. 土壤酶活性与土壤肥力. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(2): 146-150
- [13] 吴景贵, 徐岩, 王明辉, 姜亦梅, 吴江. 水稻土壤有机培肥后生物性状变化研究. 中国农学通讯, 2005, 21(12): 241-247

Effects of Dry Powdered Sludge of Waste Liquid from Papermaking with Ammonium Sulfite Method on Soil Enzyme Activities

XU Jiang-bing¹, LIN Xian-gui², WANG Yi-ming², WANG Jun-hua²

(1 *Nanjing Zhongkeyuan Kuake Sci.Tech. Co. LTD., Nanjing 210008, China;*

2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to investigate the effects of dry powdered sludge of waste liquid from papermaking with ammonium sulfite method on enzyme activities of urease, phosphatase, invertase and polyphenoloxidase. Results showed that dry powdered sludge retarded the activities of urease, phosphatase, invertase and polyphenoloxidase in the treatments without greengrocery, and the retarded level was enhanced with the increase of input amounts of dry powdered sludge. In treatments of planting greengrocery, the activities of phosphatase, invertase and polyphenoloxidase were retarded and showed the same trend with the treatments without greengrocery except urease which showed a reverse trend.

Key words: Dry powdered sludge of papermaking black liquid, Ammonium sulfite method, Soil enzyme activities