

有机肥施用对耕地重金属的活化作用

何友翔, 王小平

(甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 研究了有机肥对某铅锌矿选厂周围污染耕地土壤中镉(Cd)、铅(Pb)的活化作用。结果表明, 施用有机肥可降低土壤中Cd的生物有效性系数, 施用浓度越高, 活化作用越低。种植积累重金属较多的荞麦、白菜并增施有机肥, 能明显降低Cd生物活性。施用有机肥会增加土壤中Pb生物有效性, 种植低积累蔬菜豆角、黄瓜并增施有机肥能明显增加Pb生物活性。

关键词: 有机肥; 耕地; 重金属污染; 修复技术; 活化作用

中图分类号: X820 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)07-0041-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.07.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.07.008)

Activation of Heavy Metals in Farmland by Application of Organic Fertilizer

HE Youxiang, WANG Xiaoping

(Institute of Geology and Mineral Exploration, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: The effect of organic fertilizer on the activation of cadmium (Cd) and lead (Pb) in soil was

收稿日期: 2021-03-12

作者简介: 何友翔(1988—), 男, 四川盐亭人, 化探工程师, 硕士, 主要从事土壤污染防治研究工作。联系电话: (0)13919868127。Email:1542862701@qq.com。

- 的提纯及其吸附性能的研究[J]. 应用化工, 2018, 47(12): 2674-2677.
- [7] 吕国诚, 廖立兵, 饶文秀, 等. 凹凸棒资源及应用研究进展[J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(6): 112-120.
- [8] 董高翔, 金永泽. 非金属矿石物化性能测试和成分分析手册[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [9] 陈浩, 王爱勤. 不同产地凹凸棒粘土理化性质及其对复合保水剂性能影响研究[J]. 中国矿业, 2008(3): 73-75.
- [10] 张文荣, 王涛, 刘荫榆, 等. 凹凸棒石保水剂对小麦土壤养分含量的影响[J]. 耕作与栽培, 2018(5): 1-4; 16.
- [11] 侯贤清, 李荣, 何文寿, 等. 保水剂施用量对土壤水分利用及马铃薯生长的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2015, 41(5): 558-566.
- [12] 李倩, 巴图, 李玉龙, 等. 保水剂施用方式对土壤含水量和微生物生物量及马铃薯产量的影响[J]. 西北农业学报, 2017, 26(10): 1453-1460.
- [13] 刘殿红, 黄占斌, 蔡连捷, 等. 保水剂用法和用量对马铃薯产量和效益的影响[J]. 西北农业学报, 2008(1): 266-270.
- [14] 杜社妮, 白岗栓, 赵世伟, 等. 沃特和PAM保水剂对土壤水分及马铃薯生长的影响研究[J]. 农业工程学报, 2007(8): 72-79.
- [15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2019.
- [16] 任高磊, 王飞兵, 黄妍, 等. 凹土对甘薯植株生长和生理代谢的影响[J]. 淮阴工学院学报, 2018, 27(3): 36-41.
- [17] 黄占斌, 孙朋成, 钟建, 等. 高分子保水剂在土壤水肥保持和污染治理中的应用进展[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 125-131.

(本文责编: 陈珩)

studied in the polluted farmland around the lead-zinc concentrator. The results showed that applying organic fertilizer could reduce the bioavailability coefficient of Cd in soil. The higher the concentration of organic fertilizer was, the lower the activation was. Planting buckwheat and Chinese cabbage which accumulated more heavy metals and increasing the application of organic fertilizer could significantly reduce the biological activity of Cd. Application of organic fertilizer could increase the bioavailability of Pb in soil. Planting low accumulation vegetables such as beans and cucumbers and increasing application of organic fertilizer could significantly increase the bioavailability of Pb.

Key words: Organic fertilizer; Farmland; Heavy metal pollution; Remediation technology; Activation

据调查, 全国耕地土壤采集点位的超标率为 19.4%, 形势较为严峻, 主要以重金属污染为主, 尤其是矿区周围的耕地, 重金属污染更为严重, 在很大程度上增加了矿区周围居民的人体健康风险^[1-2]。耕地重金属污染修复常见的方法主要有植物—化学加强修复法、植物—微生物加强修复法、超累积植物—超累积农作物联合修复法等^[3-5], 这些方法的实施少不了农艺措施的加持, 而有机肥作为常见的农业措施、植物生长所需营养的辅助原料, 除了供多种养分、肥效长, 改善土壤团粒结构, 提高农产品品质等诸多优点外^[6-7], 可有效减少活化的重金属污染物, 降低土壤中重金属有效态的含量^[8]。徽县某铅锌矿选矿厂周围的污染耕地, 主要污染物为镉(Cd)、铅(Pb)、锌(Zn)、汞(Hg)、砷(As)等, 种植的农产品中镉(Cd)和铅(Pb)的超标风险极大, 我们针对性地研究了有机肥施用对耕地重金属的活化作用, 现报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

指示作物豆角、荞麦、甘蓝、黄瓜、白菜均为市购。供试有机肥由徽县金牛有限责任公司提供。

1.2 试验方法

每种作物各设 4 个有机肥用量, 大田种

植。播种时结合整地将有机肥按 0(CK)、900、1 800、3 600 kg/hm² 的梯度施入, 豆角、荞麦、甘蓝、黄瓜、白菜参考当地常见栽培技术^[9-11], 其他管理同当地常规。

1.3 样品采集

在试验区耕地重金属污染较轻的安全利用地块内, 分别于指示作物种植前和作物收获后采用双对角线法 5 点采样, 分别取不同种植地块耕作层 0~20 cm 的土壤, 采用四分法将每份样品保留 500 g。采集好的土壤样品先装入塑料袋, 再套上布袋。每个地块取 3 份样品, 共计 72 份, 在布袋上用记号笔写清样品编号。取土时严格防止交叉污染, 采样过程中使用干净工具。

1.4 土壤样品测试

镉、铅全量均采用《土壤质量铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》(GB/T17141—1997)测定^[12], 有效态镉、有效态铅均采用《土壤 8 种有效态元素的测定 二乙烯三胺五乙酸浸提—电感耦合等离子体发射光谱法》(HJ 804—2016)测定^[13]。

1.5 数据分析方法

单纯用有机肥施用前后土壤中重金属总量来说明有机肥对重金属的活化作用误差较大, 为了更加准确地表现重金属污染对土壤的危害, 引入了生物有效性系数指标的概念。

生物有效性系数 = (重金属有效态含量 / 重金属总量) × 100%

1.6 数据分析

采用 Microsoft Excel 2007 统计分析软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 土壤 Cd 生物有效性系数

从表 1 可以看出, 豆角、荞麦、甘蓝种植小区中土壤的 Cd 生物有效性系数在有机肥施用量为 3 600 kg/hm² 时均下降最多, 分别下降 4.1、6.2、5.2 百分点。荞麦对土壤中 Cd 有一定的富集作用, 会降低土壤中有效 Cd 的含量, 加之与有机肥的作用叠加, 故土壤 Cd 生物有效性系数下降较多, 有效降低了土壤中 Cd 生物有效性系数。白菜种

植小区中土壤的 Cd 生物有效性系数在有机肥施用量为 1 800 kg/hm² 时下降最多, 为 11.4 百分点。白菜也对土壤中 Cd 有一定量的富集作用, 且生物量较大, 会降低土壤中有效 Cd 的含量, 再叠加有机肥的作用, 使得土壤 Cd 生物有效性系数降低较多。表明施用有机肥会降低土壤中 Cd 生物有效性系数。

2.2 土壤 Pb 生物有效性系数

由表 2 可知, 黄瓜、豆角种植区的土壤 Pb 生物有效性系数随着有机肥施用量的增加而升高, 有机肥浓度越高, 土壤 Pb 生物有效性系数越高。土壤中 Pb 的生物有效性系数施用有机肥施量为 3 600 kg/hm² 时上升最多, 分别增加了 4.0、7.7 百分点。荞

表 1 不同有机肥处理作物种植前后土壤 Cd 生物有效性系数

%

施肥量 (kg/hm ²)	豆角		荞麦		甘蓝		黄瓜		白菜	
	种前	种后	种前	种后	种前	种后	种前	种后	种前	种后
0(CK)	33.2	32.7	28.9	24.8	38.8	36.8	34.3	33.5	35.6	33.7
900	32.0	31.8	30.1	26.1	33.5	29.9	34.3	32.6	35.6	31.9
1 800	33.2	31.8	32.0	27.3	34.8	36.8	31.9	31.1	35.6	24.2
3 600	33.4	29.3	32.0	25.8	32.5	27.3	34.3	34.4	38.9	41.6

表 2 不同有机肥处理作物种植前后土壤 Pb 生物有效性系数

%

施肥量 (kg/hm ²)	豆角		荞麦		甘蓝		黄瓜		白菜	
	种前	种后	种前	种后	种前	种后	种前	种后	种前	种后
0(CK)	9.5	9.8	6.5	7.0	19.6	19.7	10.7	10.4	13.7	13.1
900	12.0	13.3	6.5	10.3	20.0	13.4	10.7	12.0	13.7	12.8
1 800	9.5	12.4	6.9	8.6	8.0	11.6	8.5	14.2	13.7	10.5
3 600	12.0	16.0	6.9	9.4	7.7	10.8	10.7	18.4	22.5	20.7

麦、甘蓝种植区土壤 Pb 生物有效性系数在一定有机肥浓度范围内呈增加趋势。荞麦种植小区土壤 Pb 的生物有效性系数在有机肥施量为 900 kg/hm² 时升高最多,增加了 3.8 百分点;甘蓝种植小区土壤中的 Pb 生物有效性系数在有机肥施量为 1 800 kg/hm² 时上升最多,增加了 3.6 百分点。相对于荞麦、甘蓝、白菜这些积累重金属较高的作物,黄瓜、豆角吸收有效 Pb 较少,因此土壤中有效 Pb 含量较高,与有机肥活化 Pb 的效果叠加,种植小区的 Pb 生物有效性系数相对较高。表明施用有机肥会增加土壤中 Pb 生物有效性。

3 结论与讨论

在土壤中施用有机肥,可降低土壤中的 Cd 生物有效性系数,施用量越大,活化作用越低,即降低了土壤中有效 Cd 的活性。积累重金属较强的作物荞麦、白菜种植后降低 Cd 生物活性的效果更好。施用有机肥增加了土壤中 Pb 的活性,黄瓜、豆角吸收有效 Pb 较少,因此土壤有效 Pb 含量较高,与有机肥活化 Pb 的效果叠加,土壤中 Pb 生物有效性系数相对较高。种植低积累蔬菜豆角、黄瓜并增施有机肥能明显增加 Pb 生物活性。

若耕地上污染是单因子污染,比如 Cd 污染的地块,适合种植低积累作物并添加有机肥,可降低土壤中 Cd 的生物活性,使作物减少积累 Cd; Pb 严重污染地块上,适合种植超积累植物并添加有机肥,使得超积累植物更多的富集 Pb。有机肥施用对土壤中重金属的作用一般都是长期作用的结果,因此在本试验的研究结果还需长时间的验证。

参考文献:

[1] 邹晓锦,仇荣亮,周小勇,等.大宝山矿区

重金属污染对人体健康风险的研究[J].环境科学学报,2008,28(7):1406-1412.

- [2] 韦业川,张新英,秦贱荣,等.广西铅锌矿企业周边农产品重金属污染及健康风险评估[J].南宁师范大学学报(自然科学版),2020,37(1):81-85.
- [3] 刘卫敏.重金属污染土壤的植物—微生物—土壤改良的联合修复技术研究[D].北京:北京林业大学,2016.
- [4] 王兴利,王晨野,吴晓晨,等.重金属污染土壤修复技术研究进展[J].化学与生物工程,2019:1-5.
- [5] 刘少文,焦如珍,董玉红,等.土壤重金属污染的生物修复研究进展[J].林业科学,2017:146-153.
- [6] 陈智坤,郝雅璐,任英英,等.长期定位施肥对两种小麦耕作系统土壤肥力的影响[J].土壤,2021,53(1):1406-1412.
- [7] 杨克俊.生物有机肥作用的研究与进展[J].农业开发与装备,2021(2):70-71.
- [8] 欧阳达.长期施肥对农田土壤肥力及重金属化学行为的影响[D].武汉:湖南师范大学,2015.
- [9] 王亚东.北方豆角露地栽培技术[J].现代农业科技,2018(5):63;65.
- [10] 王爱华,康继平,王永林,等.天水市山旱地荞麦丰产栽培技术[J].甘肃农业科技,2020(6):71-74.
- [11] 张权,李向红,石小弟.徽县蔬菜高效栽培模式[J].甘肃农业科技,2009(7):58-60.
- [12] 中华人民共和国环境保护部.土壤质量铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法:GB/T17141—1997[S].北京:中国标准出版社,1997.
- [13] 中华人民共和国环境保护部.土壤 8 种有效态元素的测定 二乙烯三胺五乙酸浸提—电感耦合等离子体发射光谱法:HJ 804—2016[S].北京:中国环境科学出版社,2016.

(本文责编:陈伟)