

渭南污灌区土壤重金属污染治理研究

党民团^{1,2}, 全芳², 赵晓进³

(1. 陕西省多河流湿地生态环境重点实验室, 陕西 渭南 714099; 2. 渭南师范学院 化学与生命科学学院, 陕西 渭南 714099;

3. 渭南市农科中心, 陕西 渭南 714099)

摘 要:以渭南市区近郊渭河滩地重金属污染的土壤为试材, 加入外源 Pb、Hg 作为模拟污染土壤, 通过芹菜盆栽试验, 研究了消石灰、腐植酸、 Na_2S 等化学物质对芹菜吸收土壤重金属的抑制效应及对土壤重金属存在形态的影响。结果表明:适当剂量的化学添加物能有效抑制芹菜对土壤中 Pb、Hg 的吸收, 是缓解或治理重属污染土壤的可行之策。

关键词:土壤; 重金属污染; 化学添加剂; 渭南地区

中图分类号:S 157.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)05-0026-02

随着我国经济的高速发展及现代农业生产中化肥、农药的广泛使用, 导致农产品重金属污染问题日趋严峻。食品中的重金属可通过食物链进入人体并在体内蓄积, 严重威胁人体健康, 因此, 研究农产品重金属污染是现阶段我国农业生产可持续发展亟待解决的重大问题^[1]。渭南南岸近郊滩地是渭南市传统的蔬菜种植区, 多年来, 该地农民有用城市污水灌溉的习惯, 使得当地土壤中重金属持续积累, 所产蔬菜中重金属的含量已进入临界状态或超过农产品重金属的安全限^[2]。针对渭河滩地蔬菜重金属污染的现状^[3], 采用盆栽试验法, 研究了腐植酸、消石灰、 Na_2S 对芹菜吸收土壤重金属的影响, 分析了各种化学添加剂对 Hg、Pb 等重金属元素生态环境效应的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤采自渭南市开发区白杨乡渭河滩地, pH 5.9, 有机质 16.8 g/kg, 碱解氮 89 mg/kg, 速效磷 42.5 mg/kg, 速效钾 143 mg/kg; Hg、Pb 含量分别为 1.25、243.5 mg/kg。据土壤环境质量标准, 结合当地土壤重金属的污染情况, 分别以 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 的形式加入外源 Hg、Pb 作为模拟污染土壤。土壤中 Hg、Pb 含量分别为 1.63、650.0 mg/kg, 约为三级土壤重金属标准限值的 1.3 倍^[4]。双道原子荧光光度计 AFS-820(北京吉天公司), 原子吸收分光光度计 AF610A(北京瑞利分析仪器公司), 微波消解器(北京莱伯泰克公司)。腐植酸、 Na_2S 、 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 、 CaCl_2 均为化学纯试

剂(西安化学试剂厂生产); 尿素为农用工业品(渭河化肥集团生产); 消石灰为当地市售工业品。

1.2 试验方法

选芹菜进行盆栽试验, 添加化学治理剂消石灰、腐植酸、 Na_2S , 以无添加剂的为对照。每种化学添加剂设 2 个浓度梯度, 重复 2 次, 随机排列(表 1), 采用硬质 PVC 盆(直径 25 cm, 高 26 cm), 每盆装土 5 kg, 并均匀混入 1.5 g 尿素作底肥, 陈化 10 d 后, 定植长势一致的芹菜 3 株, 以后常规管理, 45 d 后收获, 分别测定所收芹菜中 Hg、Pb 全量和土壤中 Hg、Pb 活性态含量及残留态量。

表 1 盆栽试验设计方案

化学添加剂	Hg	Pb
消石灰/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	A11(3.0)	A21(3.0)
	A12(6.0)	A22(6.0)
腐植酸/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	B11(0.8)	B21(0.8)
	B12(1.5)	B22(1.5)
$\text{Na}_2\text{S}/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	C11(0.4)	C21(0.4)
	C12(0.8)	C22(0.8)
空白	CK1(0)	CK2(0)

1.3 项目测定

1.3.1 汞的测定 采用氢化物-原子荧光法^[5-7]。其中芹菜及土壤中残留态汞以微波法对样品消解后测定; 活性汞用 10 mL、0.1 mol/L 的 CaCl_2 溶液的抽提溶液, 仪器分析条件见表 2。

表 2 仪器分析条件

负高压/V	灯电流/ mA	原子化器高度/ mm	载气/ $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$	屏蔽气/ $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$	读数时间/s	延迟时间/s	进样体积/ mL
240	8	8	500	1 000	10	1	1

1.3.2 Pb 的测定 芹菜样品及土壤残留态 Pb 经微波消解, 以原子吸收分光光度法进行测定^[5-7]; 土壤中活性 Pb 用 10 mL、0.1 mol/L 的 CaCl_2 溶液的抽提溶液, 仪器分析条件: 波长 217 nm, 灯电流 10 mA, 光谱通带 0.5 nm, 火焰类型为乙炔-空气, 燃气流量 1.1 L/min。

第一作者简介:党民团(1962-), 男, 陕西富平人, 本科, 教授, 研究方向为环境与分析化学。E-mail: mtdang@126.com.

基金项目:陕西省教育厅自然科学基金资助项目(2010JK544); 渭南师范学院基金资助项目(JG201116; 12xk066)。

收稿日期:2012-11-06

2 结果与分析

2.1 化学添加剂对芹菜中 Hg 含量及土壤中 Hg 存在形态的影响

由表 3 可知,从测试结果分析,增加腐植酸、消石灰、 Na_2S 均能有效降低土壤有效 Hg 的浓度且减少了芹菜对土壤 Hg 的吸收,相应土壤中残留 Hg 值增大;且使用量大,其效果越明显。这可能是因为 Na_2S 与土壤中的活性 Hg 化合形成了难溶的 HgS ;而腐植酸则可能是其大分子对 Hg 的吸附作用和所含有机基团对 Hg 的螯合作用所致。但消石灰在使用量大时反致芹菜 Hg 的吸收量增大,可能是其微碱性影响了土壤的团粒结构及酸碱环境所致^[8]。

表 3 化学添加剂对土壤中
残留态 Hg 和芹菜中 Hg 含量的影响

处理	土壤		芹菜	
	残留态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	活性态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	残留态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	比 CK /%
A11	1.18	0.21	0.122	+6.1
A12	1.41	0.11	0.103	-10.4
B11	1.25	0.07	0.102	-11.3
B12	1.53	0.04	0.088	-23.5
C11	1.34	0.06	0.094	-18.3
C12	1.51	0.03	0.073	-36.5
CK1	1.38	0.30	0.115	0

2.2 化学添加剂对芹菜中 Pb 含量及土壤中 Pb 存在形态的影响

由表 4 可知,3 种化学物质均能有效抑制芹菜对土壤中 Pb 的吸收,土壤中 Pb 的残留值则随其用量的增大

表 4 化学添加剂对土壤中
残留态 Pb 和芹菜中 Pb 含量的影响

处理	土壤		芹菜	
	残留态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	活性态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	残留态 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	比 CK /%
A21	517.3	91.4	54.6	22.4
A22	537.5	71.3	40.8	42.0
B21	489.7	110.2	57.6	18.2
B22	513.2	96.7	51.3	27.1
C21	501.0	101.2	47.9	32.0
C22	526.4	80.4	43.2	38.6
CK2	467.2	112.4	70.4	0

而增大,土壤中活性铅的浓度则随之减小;消石灰比腐植酸、 Na_2S 对 Pb 有更好的治理效果,这可能是因为 Pb^{2+} 与 Ca^{2+} 之间存在着离子拮抗作用,有效减少了芹菜对 Pb 的吸收^[9]。

3 结论

腐植酸、消石灰、 Na_2S 能通过化学反应或吸附作用固定土壤中的 Pb 和 Hg,降低土壤中活性 Pb、Hg 的浓度,从而减少植物对土壤中相应元素的吸收,相应的土壤中 Pb、Hg 残留值增大。腐植酸、消石灰、 Na_2S 对植物吸收土壤 Pb、Hg 的抑制效果与其用量成正比,因此生产中,可根据土壤污染程度酌量施用。

合适的化学添加剂能抑制蔬菜对土壤中重金属的吸收,但因其主要抑制机理是将重金属固定于土壤中使其失活,不可避免地增大了土壤重金属的累积,故其只是缓解植物吸收重金属的权宜之计。土壤重金属污染的根治措施还是应从源头控制,以期实现农业生态环境的绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 许学工,林辉平,付在毅.黄河三角洲湿地生态风险评价[J].北京大学学报(自然科学版),2001,37(1):111-120.
- [2] 庞奖励,黄春长,孙根年.西安污灌土中重金属含量及对蔬菜影响的研究[J].陕西师范大学学报(自然科学版);2001(2):56-61.
- [3] 汤波.渭南地区蔬菜土壤铅、镉、汞元素污染现状分析与调查[J].科技致富向导,2011(5):36-39.
- [4] GB15618-1995.土壤环境质量标准[S].
- [5] 窦磊,周永章,高全洲,等.土壤环境中重金属生物有效性评价方法及其环境学意义[J].土壤通报,2007,38(3):576-581.
- [6] 况辉,卢邦俊.微波消解-原子吸收分光光度法测定土壤中的 Cu、Zn、Pb、Cd、Cr 和 Ni[J].分析仪器,2007(4):29-31.
- [7] 张飞.土壤中重金属测定方法探讨[J].上海环境科学,2010(2):32-35.
- [8] Lanno R, Wells J, Conder J, et al. The bioavailability of chemicals in soil for earthworms[J]. Environmental International, 2003, 28: 793-800.
- [9] 高怀友,赵玉杰,师荣光,等.区域土壤环境质量评价基准研究[J].农业环境科学学报,2005,24(2):342-345.

Research on Management of Soil Heavy Metal Pollution of Weinan Sewage Irrigation Area

DANG Min-tuan^{1,2}, TONG Fang², ZHAO Xiao-jin³

(1. Key Laboratory for Eco-Environment of Multi-river Wetlands in Shaanxi Province, Weinan, Shaanxi 714099; 2. College of Chemistry and Life Science, Weinan Teachers University, Weinan, Shaanxi 714099; 3. Weinan Agricultural Technology Extension and Service Center, Weinan, Shaanxi 714099)

Abstract: Taking soil heavy metal pollution of Weihe river beach in Suburban Weinan as test materials, adding Pb and Hg as the heavy metals prior controlled, a celery pot experiment was conducted to explore the inhibition effect of slaked lime, humic acid, and Na_2S on celery's ability to absorb heavy metal and the effect on the existing forms of heavy metal in soil. The results showed that an appropriate dose of chemical additives could effectively inhibit vegetable's absorption on Pb and Hg in soil, which suggested a feasible way to ease or control soil heavy metal pollution.

Key words: soil; heavy metal pollution; chemical additives; Weinan area