

植物结合固化剂技术用于汞污染农田修复的应用研究

官 嵩

北京中岩大地科技股份有限公司湖南分公司 湖南长沙 410005

摘 要: 对贵州省铜仁市万山区敖寨乡约200亩汞污染农田采取植物结合固化剂的技术进行了试点性研究, 研究结果表明: 采用替代种植苧麻, 并结合施用固化剂, 可有效降低汞污染农田中的汞含量。

关键词: 汞; 农田; 植物修复; 苧麻

Application of plant combined with curing agent technology in the restoration of Mercury pollution of Farmland

Guan song

Beijing Zhongyan Dadi Technology Co., Ltd. Hunan Branch, Changsha, Hunan 410005

Abstract: A pilot study was conducted on the technology of plant combined with curing agent for about 200 mu of mercury polluted farmland in Aozhai Town, Wanshan District, Tongren, Guizhou Province. The result shows that the use of alternative planting of ramie combined with the application of curing agent can effectively reduce the mercury content in mercury polluted farmland.

Keywords: Mercury; Farmland; plant restoration; ramie

我国南方城市重金属污染严重, 汞作为一类比较特殊的重金属, 具有易迁移、易蓄积和不易降解等特点。环境中的汞可以通过食物链在高层级生物体内累积到很高的浓度, 危害机体健康, 如强烈的致癌、致畸和致突变等。汞矿开采、工业生产和燃煤等人为因素是导致我国汞污染的主要原因。根据相关资料, 我国耕地土壤点位超标率为19.4%, 其中汞的点位超标率达到1.6%。

铜仁市万山区曾是中国最大的汞工业生产基地, 有中国“汞都”之称。据统计, 万山汞矿在开采的四十多年中排放汞渣约1210万吨。由于长年的无序开采, 当地汞资源枯竭, 于2002年5月实行政策性关闭。

多年的开采对当地生态环境造成了严重的破坏。铜仁市环境监测站曾于2011年根据万山区耕地面积分布和主要农作物的种植情况, 在万山区设23个调查点位, 铜仁市瓦屋乡下溪河灌溉段设3个调查点位, 调查结果表明: 万山区区域内耕地土壤中汞污染浓度范围为

0.207-255mg/kg, 超标率达到96.15%, 最大超标倍数为850倍。

本研究选取贵州省铜仁市万山区敖寨乡沿河约200亩农田为研究对象, 利用特有的植物结合固化剂模式, 对汞污染农田进行规模化的试点性修复研究, 为在铜仁大规模推广该修复模式提供基础资料及技术支撑。

1 项目概况

根据铜仁市土壤环境调查资料, 万山区各乡镇耕地土壤汞含量污染程度分别为万山镇>下溪乡>敖寨乡>黄道乡>瓦屋乡>高楼坪乡因此, 本次研究选取污染浓度居中的敖寨乡。

为了选取适宜进行研究的区域, 同时也为了了解治理前当地的污染状况, 首先选取了10个点位进行重金属检测, 各点位见下图。

土壤样: 沿敖寨河每隔一定距离采集一个土样, 共采集10个, 详见下图。

农产品样: 在采集土壤样的同时采集农产品样(其中1号点和8号点周边无农产品, 故未采集), 共采集8个农产品样。

作者简介: 官嵩, 1987年10月, 男, 汉, 湖北襄阳, 硕士研究生, 中级, 重金属污染治理。



图1 采样点位置示意图

1.1 检测结果

表1 土壤样监测结果

编号	pH (无)	总汞 (mg/kg)	标准值	超标倍数
土壤1	8.27	27	0.35	76.14
土壤2	8.27	24.7	0.35	69.57
土壤3	8.14	3.59	0.35	9.25
土壤4	7.61	2.86	0.35	7.17
土壤5	7.98	25.1	0.35	70.71
土壤6	6.11	0.9	0.25	2.6
土壤7	8.14	94.7	0.35	269.57
土壤8	7.88	33.0	0.35	93.28
土壤9	8.37	98.2	0.35	279.57
土壤10	7.51	24.4	0.35	68.7

区域内农田土壤中汞浓度范围为0.9-98.2mg/kg, 对比《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ/T 332-2006)中评价标准, 其超标率为100%, 最大超标倍数为269.57倍。

表2 农产品监测结果

编号	总汞 (mg/kg)	标准值	超标倍数
农产品2	0.17	0.01	16
农产品3	0.15	0.01	14
农产品4	0.19	0.01	18
农产品5	0.18	0.01	17
农产品6	0.98	0.01	97
农产品7	3.6	0.01	359
农产品9	1.1	0.01	109
农产品10	0.36	0.01	35.9

项目区农产品中汞浓度范围为0.15-3.6mg/kg, 对比《食品中污染物限量》(GB 2762-2017)中评价标准, 其超标率为100%, 最大超标倍数为359倍。

2 处理工艺

自从“土十条”颁布以来, 我国的重金属污染土壤的治理工作飞速发展, 也积累了较多的工程经验。目前, 重金属污染土壤的治理手段主要有风险管控, 工程修复以及植物修复等。每个修复工艺各有优缺点, 需要结合

当地情况进行综合比选。汞作为一类特殊的重金属, 对其的治理也具有一定的特殊性。我国大部分的汞资源都位于铜仁市, 当地的汞污染问题严重, 而污染面积较大, 且由于当地经济水平不高, 其治理工作进行的也较慢。目前, 对于汞的治理, 主要有以下两个途径:

(1) 从化学角度出发, 利用一些化学药剂使得土壤中具有活性的汞转变为稳定性的汞, 使其不通过土壤迁移到其上的农作物内部, 从而避免其进行人体。

(2) 通过治理直接将土壤中的汞转移出来, 彻底解决土壤重金属的污染问题。

2.1 工程修复

治理重金属污染土壤的常规工程修复技术主要包括客土、换土和深耕翻土等措施。通过客土、换土和深耕翻土与污土混合, 可以降低土壤中重金属的含量, 减少重金属对土壤-植物系统产生的毒害, 降低重金属元素进入食物链的量, 从而使农产品达到食品卫生标准。深耕翻土一般用于轻度污染的土壤, 而客土和换土则是用于重污染区的常见方法, 在这方面日本和许多国家取得了成功的经验。

工程修复手段包括客土、换土和深耕翻土等, 这是一种传统的土壤重金属污染治理措施, 但是该治理工艺造价高, 而且只是将污染土壤转移到其它地方, 并没有从根本上解决土壤中的重金属污染问题。

2.2 植物修复技术

植物修复技术主要是利用植物修复吸收土壤中的重金属, 将其从土壤中转移出来。植物修复手段包括植物吸收、植物挥发、植物固定, 其中植物吸收是目前研究较多的一种方法。但植物修复的效果受植物种类的影响较大, 相较于其它治理手段其吸收量小, 治理周期长, 且存在需要进一步处理植物的问题。

2.3 化学修复技术

化学修复就是前面提到的将土壤中的活性汞转变为稳定态, 使其不通过土壤迁移到其上的农作物内部, 从而避免其进行人体。

铜仁汞污染农田面积大, 污染浓度偏高, 且当地经济发展落后, 土地价值较低, 因此, 经济性成为当地汞污染土壤治理需考虑的一项关键因素。通过综合比选, 采取替代种植生物量大的非食用性经济作物可以起到良好的效果, 种植非食用性的经济作物一方面可以避免重金属进入食物链, 还能对当地农民产生一定的收入, 不需投入大量的资金, 经济性较好, 同时选用一些对汞吸收效果好的大生物量作物能够有效的吸收土壤中的汞,

通过几年的种植能够显著的降低土壤中的汞含量。

通过研究相关资料,苧麻作为一类经济作物(苧麻的特性见第三节),刚好符合以上条件。因此,本研究选取苧麻作为替代种植作物,同时为了提高苧麻的吸收量,在种植过程中同时施加固化剂,来达到提高其吸收量的作用。

3 苧麻的特性

苧麻荨麻科苧麻属亚灌木或灌木植物。苧麻中国古代重要的纤维作物之一。原产于中国西南地区。新石器时代长江中下游一些地方就已有种植。中国是苧麻品种变异类型和苧麻属野生种较多的国家,中国苧麻栽培历史最悠久,距今已4700年以上。

3.1 苧麻的重金属耐受性

苧麻对重金属的富集前提是要依赖苧麻对重金属的耐受性,即在高浓度重金属污染的土壤中仍然能保证其正常生长,有研究表明:在土壤中外源镉添加浓度为100mg/kg时,苧麻仍然能够完成正常的生长周期,说明苧麻对重金属的耐受能力极强。

3.2 苧麻体内重金属积累规律

在苧麻对重金属耐受能力极强的同时,也具有一定的富集能力,有研究表明,在土壤镉浓度为10.62mg/kg时,苧麻植株体内镉浓度能达到42.48mg/kg左右,富集系数达到3.55-4.33。同时发现野生苧麻品种经过长期的野外筛选,能够同时耐受多种高浓度的重金属。有研究表明生长矿区的野生苧麻对多种重金属(Cd、Cu、Sb、Zn、Pb等)都具有耐受性和富集性。

4 规模化施工

根据检测结果,选取白屋场(7号点所在区域)200亩农田作为研究具体区域进行规模化修复研究。本研究采用土地流转的方式进行,由于苧麻的种植季节性较强,因此,流转一批,种植一批,种植一共分三批进行,第一批60亩,第二批60亩,第三批80亩。种植前首先对土地进行深翻,并同时施加固化剂。施加比例为0.5-1%。



图2 苧麻种植现场图

5 修复效果

苧麻为多年生植物,在种植后便可多年采收,其对土壤的修复效果也会随每次采收而进行,在麻苗种植的初期,由于其生物量小,对污染的修复效果有限,因此待其种植六个月后进行了第一次检测,以后每隔三个月进行一次检测。目前,该研究仍在进行中,截至目前一共进行了六次检测。检测结果如下表(由于土壤样品的均一性问题,以下结果均为在200亩农田中采集的10个样品组成的混合样)。

表3 土壤样监测结果

编号	pH(无)	总汞(mg/kg)	标准值
1	8.03	240.58	0.35
2	8.11	250.96	0.35
3	8.14	230.43	0.35
4	8.41	230.56	0.35
5	8.08	210.39	0.35
6	8.19	220.43	0.25

从上表可以看出,与种植前相比,土壤中汞含量整体为下降趋势,但其下降量比较小,这是由于植物修复是一个缓慢的过程,需要经过数年的修复才能体现出其效果。而本模式短期意义不在于能迅速将汞污染农田修复到达标模式,而且通过替代种植生物量大的苧麻,使得汞不进去食物链,从而避免对人体造成危害。

参考文献:

- [1]张菀.农田土壤汞污染修复技术研究[J].广东土木与建筑,2018,3(28):86-88.
- [2]刘钊钊,唐浩,吴健,等.土壤汞污染及其修复技术研究进展[J].环境工程,2013,31(5):80-84.
- [3]徐春春,纪龙,陈中督,方福平.2022年我国水稻产业形势分析及2021年展望[J].中国稻米,2021,27(02):1-4.
- [4]刘冲,赵玲,李秀华,等.苧麻对农田土壤中汞、镉的吸收累积特征研究[J].农业环境科学学报,2020,39(5):1034-1042. LIUChong, ZHAOLing, LIXiu-hua, et al. Accumulation and transfer of mercury and cadmium in ramie from agricultural soils[J].Journal of Agro-Environment Science, 2020, 39(5): 1034-1042.
- [5]唐贵才,董伟.苧麻生长初期对重金属铅镉汞的迁移富集特征[J].贵州农业科学,2015,43(1):171-174.