

农田土壤重金属污染状况及修复技术研究

施方琳

浙江省工程物探勘察设计院有限公司 浙江 杭州 310015

[摘要] 社会经济的快速发展,对农田土壤重金属污染修复带来了新的机遇与挑战,有必要其修复技术展开深入研究与探讨,并采取最优化的实施措施,达到事半功倍的土壤修复效果。本文首先概述了相关内容,分析了农田土壤重金属污染的影响,并详细研究了农田土壤重金属污染修复技术。望该课题的研究,对后续相关工作的实践能够起到借鉴与参考作用。

[关键词] 农田土壤; 重金属; 污染; 修复技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.1507

随着农业和工业的发展,农作物生产使用化学物质的种类日趋多样化。而随着这些化学物质用量的增多,土壤重金属污染的情况日趋严重,污染面积同样在逐年扩大。重金属是指比重在5.0以上的金属,那些有显著生物性毒性的重金属,比如:汞、镉、铅、铬及类金属砷等,是造成土壤重金属污染的重要源头。这些物质在土壤中的含量超标,将导致短时间内土壤理化特性的改变,而且很难恢复。同时,有通过生物链威胁人体健康的可能。

1 土壤重金属污染现状

1.1 重金属概述

重金属的定义,是指比重在5.0以上的金属。比如:Fe、Mn、Zn、Cd、Hg、Ni、Co等等,都可划归为重金属的范畴。根据农作物生长需求的不同,重金属的划分有两大类:其一,植物生长不需要的,可危害人体健康的,比如:汞、镉、铅等;其二,植物生长需要的,同样人体也需要的。但是,过量会造成污染,影响人体健康的。比如:铜、锌等。

1.2 污染现状

了解重金属物质分类后,这里可造成农田土壤污染的重金属种类,实际上主要是有显著生物性毒性的重金属,比如:汞、镉、铅、铬及类金属砷等。这些物质在土壤中的含量超标,将导致短时间内土壤理化特性的改变,而且很难恢复。同时,有通过生物链威胁人体健康的可能。根据近期农业部对24个省市548hm²土壤污染情况的调查来看,重金属对农田的污染影响占到了80%之多。同时,各种重金属污染种类的汇总中,Pb、Cd、Hg、As等的超标率最高。根据以往的统计显示,受重金属污染而造成的作物减产每年都超过1000万t,而被重金属污染的粮食作物则高达1200万t,折合经济损失在200亿元以上。这些被污染的土地,最危险的地方在于:重金属元素固持时间长,移动性较差,靠土壤自身的能力难以分解。为此,有通过生物链借助水、植物等等危害民众健康的可能。

2 农田土壤重金属污染的影响

2.1 对农田土壤质量的影响

农田土壤是进行农畜产品生产的主要载体,若重金属大量积累于其中,将使土壤理化性质产生变化,从而影响土壤养分元素的循环利用,直接影响农田生产力。有研究表明,稻麦轮作模式中,小麦收获期土壤团聚体组分在重金属污染后呈现0.2~2mm与0.02~0.2mm粒径团聚体减少,0.002~0.02mm与<0.002mm粒径团聚体增多的趋势,水稻收获期土壤团聚程度显著降低。随着土壤中重金属污染水平的加剧,土壤中颗粒态有机质及其占总有机碳的比值呈增加趋势,土壤微生物商呈下降趋势,颗粒态有机质能够显著地积累重金属元素,使土壤微生物活性减弱,从而降低土壤中有有机物质的矿化速率,影响土壤有机质的代谢平衡。土壤酶活性和微生物是土壤生态系统代谢调控的重要因素,重金属污染对农田中土壤微生物量碳、微生物商、自生固氮菌量和过

氧化氢酶活性、脱氢酶活性存在一定程度的抑制现象。

2.2 对作物生长发育的影响

重金属对农作物营养生长的影响玉米幼苗受镉毒害后,种子发芽率、生物量、株高均随重金属浓度的增加而降低,生长速度逐步减缓。铅在低浓度条件下,促进粳稻种子萌发,但随着铅浓度的增加,水稻种子萌发呈现下降趋势,粳稻的铅耐受能力较高。铬浓度的增加使水稻、莴苣、苦芥的种子发芽率、发芽势、根的伸长受到抑制。

2.3 对农产品品质的影响

在农产品产地环境中,土壤重金属污染是影响农产品及其加工食品安全性的主要因素之一。重金属复合污染后稻米垩白米率、赖氨酸、缬氨酸、粗蛋白含量显著降低,对稻米中直链淀粉含量产生影响。在铅与镉胁迫下,玉米籽粒中蛋白质和脂肪含量随重金属浓度增加呈先升后降,淀粉含量先降后升的趋势。

2.4 对人类健康的影响

植物可食部位的某种重金属元素含量随着土壤中含量的增加而增加,通过食物链进入人体内,进而增加人体的重金属暴露风险。与此同时,受重金属污染的土壤也可经扬尘颗粒进入大气中,通过人体的呼吸作用进入体内,从而威胁人类健康。人体内过量积累重金属,会造成神经系统的损伤,影响正常发育。

2.5 污染的主要来源

在我国经济快速发展的过程中,在城镇和乡村建立了很多的造纸厂、印刷厂、化工厂和肥料厂等,这些工厂的污染都是非常大的,尤其是在造纸厂和印刷厂的产品制造过程中需要大量的水资源,但是在水资源经过工业处理之后就会变成含有重金属的污染性水源,并且很多的企业都由于经济效益的影响选择直接将含有重金属的污水排放到附近的河流当中,周边的农户在对农田进行灌溉的时候就要从附近进行引流,这样就会导致重金属物质随着水流的移动最终转移到农田中,给农作物的生长造成一定的影响,导致了农作物的重金属含量超标^[1]。

3 农田土壤重金属污染修复技术研究

3.1 农艺调控

农艺调控,即改进农艺作业方法,实现直接或间接修复土壤的目的。常用的农艺调控方法有科学水肥管理、改良土壤理化特性等等。比如:田间淹水,大大提升壤土的pH值,增加壤土对Cd²⁺的吸附能力,很好抑制作物对镉的吸收。有实验证实:经淹水处理的稻米,较早作物对重金属镉的吸收每千克少了1mg左右。针对性用肥,发挥P-Cd、Zn-Cd、Si-Cd之间的相互拮抗作用,合理增施磷肥、锌肥、硅肥,能大大降低作物对重金属的吸收。此外,有机肥的施用,对刺激有机质络合重金属的效果不错,大大增加壤土吸附固持重金属的能力,对修复土壤重金属污染效果不错。比较其他修复技术,农艺调控成本低,操作最为简单。但是,其修复能力有

限, 仅适用于污染较轻的壤土。

3.2 化学淋洗修复

化学淋洗修复, 即借助化学药剂的络合、解吸、溶解作用, 将土壤中的重金属固相、液相进而实现分离重金属起到修复的目的。目前, 用于此项技术较好的淋洗剂, 有: 乙二胺四乙酸 (EDTA)、氯化铁 (FeCl₃)、有机酸、柠檬酸等等。此类化学药剂的使用中, FeCl₃、柠檬酸最为“温和”, 对壤土的影响不大, 而且有着很好的去除重金属效果。

这些技术的应用, 修复速度较快, 比较适合用于小面积的快速修复。在后期去除效果下降时, 可考虑配合用植物吸取修复, 同时注意改良培肥地力, 能很好缓解此项技术后期效率降低的问题。同时, 节省淋洗剂的用量, 还有利于缩短修复周期。

3.3 工程修复

此项技术流程, 由客土覆盖、表层剥离、深耕稀释等等几环节。比较其他修复技术, 此项技术操作简单, 见效相对较快, 而且效果稳定。在日本此技术得到广泛应用, 目前约有七千多公顷的土壤经客土、换土等得到修复。修复用的客土, 需构筑黏土不透水层, 一般的厚度应控制在20~40cm。而且, 还要做好不定期检测。

当然这项技术也有缺点, 体现在: 工程操作量大, 成本尤高。有统计计算, 日本每修复1hm²的土壤, 需要耗费约几百万的人民币。而在云南某地的推广实践中, 客土的运输成本就在15万元/hm²。而且, 修复用的客土, 肥力参差不齐, 与不同批次土壤混合, 会降低土壤的肥力, 影响到不同地区壤土的理化特性。

3.4 物理修复方法

3.4.1 土壤修复工程

根据土壤被污染的特点, 土壤的修复工程主要是换土、客土和深层耕土等手段。由于土壤的表聚性特点, 换土比较彻底, 但是工程量大, 实施成本比较高, 土壤的资金回笼进度比较慢, 所以只能对污染成分比较特殊的一部分土壤进行换土。深耕土能够在一定程度上缓解原来表层污染的土壤受害程度, 但是土壤的特性依然存在, 反而使原本没有受污染的土壤遭受污染, 在一定程度上说是加重了土壤重金属污染的问题, 造成了二次污染, 这只是缓解之法, 不宜久用。

3.4.2 高温处理, 气态吸附

这种方法是利用土壤中有些物质容易发生固态和气态在高温条件下发生转变的特性, 对土壤进行高温处理, 利用土壤中的Hg、As等重金属物质易挥发, 然后吸附收集这些物质, 降低土壤中这些重金属的比重。但同时土壤中有一些物质例如铁-锰氧化物的结合态对土壤的酸蚀性比较强, 对土壤造成的损害依然存在。但不得不承认, 这种热脱法的工艺手法要求比较简单, 容易操作, 也能够比较大的程度上改善土壤中重金属物质的比重, 但是这种方法只适合易挥发的物质, 而且耗能比较高, 需要对气态的物质进行回收以免污染大气, 对土壤还是存在一定的损害。

3.5 生物修复

随着农田重金属物质污染程度日趋严重, 推动修复技术不断向前发展, 生物修复是近来备受瞩目的治理土壤重金属污染问题的环保方法, 它包括了植物、动物和微生物修复几种方法, 能够有效修复土壤的污染问题, 修复成本较低, 对土壤结构造成的副作用较小, 能大规模地运用于实际当中。

植物修复就是利用某些植物对特定金属物质的吸收特性的工作原理进行修复的。利用重金属的浓度梯度法、特殊植物的重金属浓度梯度法和现有的调查到的植物种子库找出这些具有超富集能力的植物。这些植物对特定的一两种金属吸

收能力比较强, 所以把植物植入土壤中, 等待土壤中的该对应金属的比例降到正常值时或者是植物对该金属物质的吸收达到一个较为饱和的状态时将植物移出土壤, 作为标本。到目前为止, 已经有超过500种具有此种超富集作用的植物, 涵盖了像Ni、Pd、Mn和Cu等重金属元素。东南景天、蓖麻、绿苇、柳树等这样的植物在吸收土壤中的重金属时还具有一定的经济效益, 一举两得。但是, 要在解决土壤重金属污染的同时兼顾保持土地的利用效率, 可以在土壤上种植一些非农作物。

重金属污染土壤一定程度上是杀死了土壤中的微生物, 微生物修复技术利用微生物活性将土壤中比较聚集的重金属进行转移或者稀释, 使之转化为低毒产物, 但是这类修复的条件比较高, 需要不断向修复地投放外源生物和酶这类物质, 而且要保证足够和稳定的地下水流, 微生物本身需要一定的可利用的营养物质, 要达到一定的缓冲pH的能力以及使代谢能够进行的电子受体。

3.6 动物修复

除了使用植物修复以及微生物修复技术之外, 相关研究人员还尝试使用动物修复技术来对土壤中的重金属污染进行控制。许多习居在土壤中的低等动物, 能够吸收土壤中大量的重金属, 不会对土壤造成二次污染, 也不会对土壤的质地性能造成影响和破坏。蚯蚓就是这种类型的动物。它长期生活在土壤中, 繁殖迅速, 适应能力极强, 可用于土壤重金属污染。

3.7 添加清洁土壤

要对农田土壤的重金属污染问题进行修复, 必须具体问题具体分析。由于我国各区域的农田土壤重金属污染问题严重程度不一, 因此不存在统一在全国范围内适用的污染修复办法。具体而言, 对于污染较为严重以及污染较为轻微区域内的修复方法是有很大的不同的。对于污染不甚严重的区域, 技术人员可以通过添加清洁土壤的方式来进行土壤修复。所谓添加清洁土壤, 就是向重金属污染较为轻微的区域添加各项指标均能达到要求的, 没有被重金属污染的土壤。这类土壤的添加, 能够进一步的稀释原本农田土壤中的重金属含量, 使得原本的土壤污染问题进一步得到缓解。同时相关技术人员, 也并非需要将清洁土壤与重金属污染过的土壤完全混合在一起, 技术人员可以使用分层处理的方式, 让清洁土壤层覆盖重金属污染的土壤层, 然后将农作物种植在清洁土壤层。这样一来, 种植的农作物就不会受到重金属污染的影响, 种植出来的农作物就能够更加绿色、健康, 不会对人体的健康造成损害。

结束语

一般情况下, 土壤环境是有一定的自净能力的, 可以逐渐分解掉进入土壤的污染物, 但是当进入土壤的污染物的速度超过土壤自身的净化能力的时候, 就会导致土壤污染现象, 打破了土壤环境的自然动态平衡, 而且土壤污染会引起土壤性质的改变, 导致其应有的功能丧失, 土壤肥力下降, 因此必须高度重视土壤的污染以及修复技术的研究。

参考文献

- [1] 于嘉闻, 周金龙, 曾妍妍, 贾瑞亮. 农田土壤重金属健康风险评估对比分析[J]. 新疆农业科学, 2017, 54 (12): 2293-2303.
- [2] 李才兴, 管邢华, 丁一峰, 陈威. 土壤重金属污染及其修复技术的分析[J]. 世界有色金属, 2017 (21): 192-193.
- [3] 韩张雄, 万的军, 胡建平, 刘隆, 刘强, 倪天阳. 土壤中重金属元素的迁移转化规律及其影响因素[J]. 矿产综合利用, 2017 (06): 5-9.