

农用地重金属污染现状及修复的措施研究

卢依鸣 王金锦 杜丽娜 张璐璐
浙江中通检测科技有限公司 浙江宁波 315000

摘要:近些年来,各国积极致力于污染土壤的防控及健康风险管控,我国农用地环境状况总体稳定,而且土壤生态环境标准体系的建设也取得了长足的发展。鉴于此,该文从我国土壤环境管理历程、基本框架、标准现状与发达国家管理经验方面展开分析,梳理当前我国标准体系现状、问题并提出对策建议,以期为我国农用地土壤重金属污染防治标准体系构建与持续优化提供借鉴。

关键词:农用地污染;重金属污染;修复技术

引言

当土壤中重金属含量超过一定阈值时,将对农作物生长、土壤生物多样性、微生物群落等方面构成潜在生态风险;污染土壤产出农副产品中富集的重金属会随着食物链途径进入人体,形成潜在健康风险。农用地土壤重金属污染具有鲜明的隐蔽性、持久性、危害性与难治理的特点,这些特点随着土壤环境条件与污染状况的不同而存在显著差异。不同于城市污染棕地的可逆性差、再生性好、土地二次开发利用价值高,重金属污染农用地容易失去基本耕种功能,叠加影响农产品质量安全、人体健康风险与生态扰动。

一、我国农用地土壤重金属污染现状

目前,我国土壤环境风险得到基本有效控制,农用地土壤环境状况总体稳定,影响农用地土壤环境质量的主要污染物是重金属。重金属来源可分为自然源和人为源,其中自然源包括火山喷发、岩石风化和成土母质。农业生产和工业活动对土壤重金属污染的影响较大,尤其是有色金属冶炼、化工、采矿等典型代表的重点行业成为主要的人为源,农药、化肥的过度使用以及工业和城市废物的不当处理加剧了土壤重金属污染状况。我国农用地土壤污染呈现隐蔽性、持久性、广泛性、累积性与多金属叠加的污染特征。一项针对我国19个省份4个水稻主产区的研究显示,土壤中镉和砷超标率分别达到33.6%和6.19%。从污染空间分布来看,南方土壤污染程度普遍高于北方,污染主要集中在长三角、珠三角、东北老工业基地等工业发达区域,如我国南方的湖南、广西、贵州、云南等地区镉污染治理问题不容忽视。

重金属污染土壤对农产品安全与人体健康构成潜在威胁:首先,重金属可以通过作物根系吸收、地上转移并累积至籽粒,通过农产品食用途径进入人体^[1]。长期暴露于重金属易引起人体急慢性疾病,如神经系统损伤、肾功能障碍、骨质疏松、心力衰竭,甚至癌症等。农用地土壤污染的健康风险与土壤质地、污染水平、作物类型、耕作方式、敏感人群等综合因素相关。其次,重金属也可能对土壤生态系统造成危害,从而影响微生物、植物和动物的生存环境。我国对农用地土壤污染防控高度重视,相应的环境管理措施与技术不断完善,其中标准体系的建设是土壤重金属污染防控的关键环节之一。

二、农用地重金属污染修复的措施

1.生物修复

1.1 植物修复法

植物修复法主要利用植物对重金属的吸收、转化等减少土壤中有毒重金属的含量,从而改善土壤重金属污染状况。植物修复法被认为是一种高效、生态友好和经济的方法,具有成本低、不改变土壤性质、不会造成二次污染的优势,其缺点则在于耗时长,植物的生长受土壤污染影响较大,因此推广价值较低。Cui等研究金色狗尾草、巨菌草、东南景天和海州香薷对污染土壤中Cu和Cd的生物有效性及迁移率的影响。

1.2 微生物修复法

有些微生物通过细胞壁的吸附作用,可大面积吸附金属阳离子;有些通过生物代谢产生生物酶,溶解吸收重金属。特殊微生物会将土壤中重金属氧化还原、吸收、固化,使土壤中重金属含量降低,改善土壤重金属污染状况。与植物修复一样,微生物修复具有成本低、不改

变土壤性质、无二次污染的优势,但该技术基于生物正常代谢活动,其修复效果受外界条件影响较大,需保持良好的生物生长环境。

2. 化学修复

2.1 钝化法

钝化法具有成本低廉、效果显著、操作简单等优势,但是仍具有较大的局限性,如不能将重金属彻底去除,并且化学药剂的滥用会使得土壤的理化性质发生改变。此外,该修复方法对重金属的钝化时效尚未被证实。钝化剂可通过沉淀、络合、吸附和离子交换等方式将重金属从生物可利用性较大的形态向生物可利用性较小的形态转化,以降低重金属对植物和人体等生物受体的毒性,实现修复重金属污染土壤的目的^[2]。生物炭是燃烧木材、家禽粪便和作物秸秆等有机材料产生的一种碳质产物。作为一种土壤固化剂,生物炭可以修复污染场地以减少污染物对土壤的影响。生物炭是一种具有较大比表面积和高吸附能力的稳定化合物,其在土壤中的应用不需要进一步处理,且能增加土壤碳含量和提高土壤肥力。生物炭在土壤中通过吸附或络合等机理结合重金属,从而最大限度地降低Cd的生物有效性。

2.2 化学淋洗法

该技术由于其快速、高效、方便的特点,已被应用于重金属污染地区的修复。该技术工艺简单,能够去除土壤中的大多数重金属,但成本较高,并且易污染地表水和造成二次污染,因此不适用于大面积的土壤重金属修复^[3]。采用化学淋洗法需要选取合适的淋洗剂,目前的淋洗剂有螯合剂、无机淋洗剂、复合淋洗剂和表面活性剂4种。无机淋洗剂是最早使用的淋洗剂,伴随着相关技术的不断改进,已经逐渐被可以和大部分重金属螯合的人工螯合剂乙二胺四乙酸(EDTA)代替。

2.3 叶面喷施法

叶面喷雾剂在重金属污染的农业中同样很实用,与土壤改良剂相比,其环境风险更低。叶面喷施Si主要是通过抑制Cd从茎秆向糙米的转运,降低糙米中Cd的积累,提高石灰性水稻土的产量。此外,100mg/L的TiO₂纳米颗粒能显著降低玉米地上部Cd含量(15.2%~17.8%),并通过提高玉米超氧化物歧化酶和谷胱甘肽转移酶的活性,

增强半乳糖代谢和柠檬酸循环代谢等降低Cd诱导的毒性。

3. 物理修复

3.1 热脱附法

该方法对许多类型的污染物都有良好的处理效果。此外,这种方法使用的设备具有强大的处理能力,效率高、技术成熟^[4]。该方法工艺简单,适用于修复挥发性的重金属污染,如Hg和As等,因此其应用范围比较有限。据报道,当受Hg污染的土壤和采矿废物样品加热到400~500℃时,Hg的去除效果显著(41.3%~87.0%)。

3.2 电动萃取法

当向插入地面的电极施加低密度直流电时,污染土壤中的阳离子在既定电场的引力下迁移到阴极,而阴离子迁移到阳极,集中在极化电极上的金属污染物随后通过电镀、(共)沉淀、离子交换树脂络合去除。该方法适用于小范围污染土壤的修复,具有修复时间短、经济高效的优点,但其受pH的影响较大,且容易导致土壤理化性质改变。研究者通过采用接近阳极技术、极性反转技术、添加离子交换膜及增强剂等改进技术避免聚焦效应;通过将电动技术与其他技术进行联合,如电动-渗透反应屏障技术,解决污染物去除不彻底的问题。

结束语

总之,农用地是直接或间接为农业生产所利用的土地,随着我国社会经济的快速发展,土壤重金属污染日益严重。这需要强化农用地土壤重金属污染防治标准体系建设的科学规划和整体布局,满足适合我国不同阶段的农用地土壤环境管理需求,为深入打好净土保卫战提供理论基础和标准支撑。

参考文献

- [1] 方雁雄.农用地土壤重金属污染修复研究[J].皮革制作与环保科技, 2023, 4(18): 135-137.
- [2] 王思扬, 梁欢, 刘勇, 曹源飞.规模化农田土壤重金属污染修复的中试试验研究——以某镇土壤污染治理为例[J].四川环境, 2022, 41(01): 40-46.
- [3] 杨伟.农用地土壤重金属污染修复技术研究[J].云南农业, 2021, (12): 52-54.