

Analysis of monitoring technology of heavy metal pollution in farmland soil

Xudong Zheng

Hebei PONY Testing Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the advancement of modern society, accelerated urbanization, and industrialization, issues such as industrial waste emissions, excessive use of pesticides and fertilizers, and domestic waste pollution have led to increasingly severe heavy metal contamination in farmland soil, severely hindering crop growth. Therefore, relevant authorities should enhance soil heavy metal monitoring, adopt appropriate monitoring technologies, and develop feasible remediation plans to ensure smooth agricultural production. This article analyzes key technical aspects of farmland soil heavy metal pollution control, proposes targeted soil remediation solutions, optimizes soil restoration techniques, thereby improving soil quality, ensuring food security, and promoting the sustainable development of modern agriculture.

Keywords

farmland soil; heavy metal pollution; monitoring technology

浅析农田土壤重金属污染监测技术

郑旭东

河北谱尼测试科技有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

随着现代化社会发展, 城市化进程加快, 工业化水平提高, 工业三废排放、滥用农药化肥、生活垃圾污染等, 导致农田土壤中的重金属污染越来越严重, 非常不利用农作物的健康成长。因此, 相关部门要强化土壤重金属污染监测力度, 选择合适的监测技术, 制定可行性的污染修复方案, 促进农业生产顺利进行。文章主要对农田土壤重金属污染技术要点进行分析, 并提出针对性的土壤污染防治方案, 优化土壤修复技术, 从而改善农田土壤质量, 保障粮食安全, 促进现代化农业产业的可持续发展。

关键词

农田土壤; 重金属污染; 监测技术

1 引言

农田土壤重金属污染严重威胁食品安全, 且对人体健康造成极大威胁。而且重金属污染的隐蔽性、持久性较强, 还会产生生物累积性, 治理难度较大。因此, 要重视农田土壤重金属污染监测工作, 明确污染物种类和含量, 制定科学合理的治理措施, 改良土壤质量, 促进农业生产安全性。

2 农田土壤重金属污染监测必要性

农田土壤重金属污染源主要为: 工业废弃物排放、农业生产中农药化肥的过量使用、生活垃圾污染等。农田土壤重金属污染会严重影响农作物健康生长, 一旦农作物吸收重金属污染物, 并通过食物链间接进入到人体内, 会对人体健康造成严重风险。如食用镉超标的大米、蔬菜, 会损伤神

经系统等^[1]。因此要做好农田土壤重金属污染监测工作, 详细了解污染程度、种类、含量, 提出针对性的修复方案, 减少食品安全问题, 有效提高农产品质量安全, 减少人体安全风险。

3 农田土壤重金属污染监测技术要点

3.1 光谱技术

土壤会对太阳光反射出不同波长的光线, 且各类化学元素在不同波长下的吸收特征、反射谱线存在一定差异性, 以此为依据分析土壤中的化学成分, 且结合光谱数据确定土壤中的重金属元素浓度, 这是一种非侵入式的光谱技术, 不需要采集样本, 且保障监测数据的实时采集, 保障监测结果时效性。在具体应用中, 可以使用便携式光谱仪器, 测速测量土壤光谱数据, 并与现有光谱数据库对比, 进而明确重金属含量。该方法的灵敏性较强, 但是费用高, 而且X射线会危害日天健康, 要结合实际情况, 合理使用。

【作者简介】郑旭东(1995-), 男, 中国甘肃天水人, 本科, 中级, 从事环境检测研究。

3.2 实验室监测方法

该方法精度较高,且不会对周边环境造成太大干扰。其中,光学仪器监测法应用中,需要利用原子荧光仪、吸收分光设备等,监测被测样品中的重金属含量,该方法方便操作,适合低浓度检测,适应性较广,但是容易受到光干扰,对复杂样品辨识不到位。电化学仪器监测法,就是利用样品溶液中电流、电位、电导等物理量的精准测量,明确分析样品中的重金属含量,常用的方法有极谱分析法、伏安监测法^[2]。该方法成本较低,但是预处理流程繁琐,容易受到外界环境影响,监测结果容易受到大分子颗粒、有机物表面活性剂的影响。

3.3 酶抑制技术

重金属离子可以与酶活性因子产生甲硫基反应,进而改变酶活性因子结构和性质,且可以降低酶活力,然后借助专业仪器设备实现土壤中重金属的有效监测。此外,还能够观察显色剂的颜色变化、电导率等,然后利用放大光电信号绘制曲线图,对重金属含量与酶系统的关系进行直观展现,进而精准反应农田土壤重金属污染程度。

3.4 免疫分析技术

在该技术应用中,可以利用络合物综合重金属离子,同时预留空间结构,这样使其可以更便捷的产生氧化还原反应。此外在具体应用中,需要保障载体蛋白可以接收综合金属离子化合物,这样才能产生免疫原。同时还可以选择具备特异性抗体综合金属离子化合物,进而保障免疫分析结果准确性。该方法灵敏性较强,在重金属污染监测中发挥了重要作用^[3]。

3.5 激光诱导击穿光谱技术

该技术应用中,需要通过超短脉冲激光在被测样品表面聚焦,并形成等离子体,将其与等离子体光谱比较分析,获得样品具体成分和含量。该方法适应性强,对外界环境要求不高,精准度高,在复杂环境中较为适用。该技术系统包含激光器、会聚透镜系统、光学采集系统、光谱仪、中枢计算机等部分构成,主要架构如图1所示。该方法应用中,能够精准测量土壤中汞、铅等重金属元素含量,方便操作,监测效率较高,但是容易受到现场气候环境、样品物化性质等因素的干扰,且该技术的复现性较差,容易出现结果偏差,影响最终治理方案的可行性。

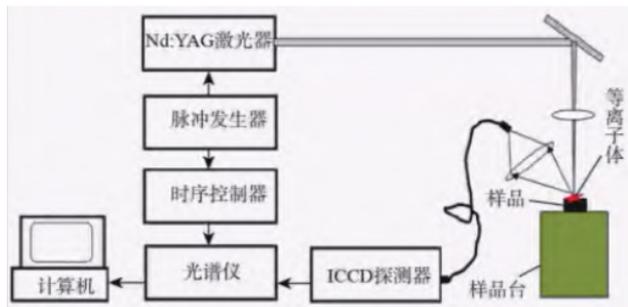


图1 激光诱导击穿光谱系统架构

3.6 电感耦合等离子体发射光谱法

这是一种多元素同步检测方法,即通过高温等离子体激发样品中的重金属,使其处于跃迁状态,并释放特征光谱。在具体应用中,需要对样品进行消解等预处理,将其转化为溶液态,然后利用雾化器将其转化为气溶胶;将其引入到等离子体炬管中,创建高温条件,使其激发释放特征光谱信号;通过分光系统对不同金属元素的特征波长进行分析,结合光强明确重金属元素种类和含量。该技术适合在高污染样品检测中进行使用。

3.7 高光谱分析技术

该方法可以精准检测土壤中重金属物质含量和种类,属于无损检测方法,为后续重金属污染防治方案的制定提供依据。在具体应用中,需要利用地物光谱仪采集样本的光谱数据,并结合相关技术规范要求,按照污染程度进行合理分类,包含无污染、轻度污染、重度污染、强度污染、严重污染等层级,然后把实际测量数据与不同层级标准值比较分析,帮助工作人员精准了解土壤污染程度、发展情况等,为后续差异化防治处理提供保障^[4]。高光谱分析监测体系如图2所示。

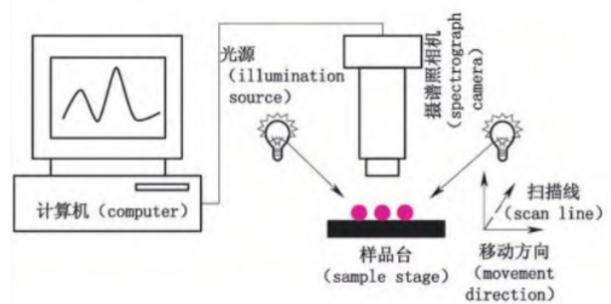


图2 高光谱分析监测体系

4 农田土壤重金属污染防治措施

4.1 注重源头控制

为了减少农田土壤重金属污染,需要做好源头控制工作,加大污染监测力度,做好污染排查和分析,定位重金属污染来源,为源头防控提供方向指引;要跟踪农民对农药化肥的使用情况,严控化学药剂的使用,促进农业生产技术引导,如推广农业有机肥,减少化学农药化肥使用量,使用降解农业地膜,引进农业灌溉用水净化工程,优化微生物修复、底泥疏浚等修复技术,优化三废治理,减少农业重金属污染的发生几率。

4.2 科学应用修复技术

生物修复技术,即利用生物的习性对重金属污染进行适应、抑制和改良,常用的生物有蚯蚓、鼠类等,此外还可以利用植物积累、吸收重金属,达到清除土壤中重金属物质的目的。该方法方便操作,成本低,但是周期较长,效果不稳定,需要进一步深入研究。其中,生物修复技术包含植物

修复技术和动物修复技术。植物修复技术就是通过植物对重金属污染物富集、稳定和挥发,进而降低重金属污染。其中,植物超积累方法应用中,需要利用特定超积累植物吸收土壤中的重金属,并将其富集到地面上部,收割植物体达到净化土壤的目的。常用的超积累植物有:蜈蚣草富集砷、印度芥吸收镉。植物固定技术应用中,需要通过植物根系分泌物对重金属物质进行诱导,使其与土壤颗粒结合,并固定在植物根部周围,实现风险迁移。植物挥发技术应用中,利用植物生理作用把汞等挥发态化合物重金属转化为气态,并将其释放到大气中。此外,向污染土壤中培养微生物群落,并利用微生物新陈代谢功能产生有机酸络合,进而对重金属污染物进行固定和净化,但该方法治理周期较长,修复效果受限较多。

物理治理方法,即利用深耕、去土、换土、电解法、热处理法等方式受到污染的重金属物质。该方法制适合小面积推广应用。其中,电解法就是利用电解、电迁移、电渗与电泳等作用,移走阳极、阴极的重金属元素。热处理法,就是加热被污染的土壤,收集土壤中易挥发的污染物,并对其科学处理,但是该方法费用较高,且降低土壤肥力。换土就是移除污染土体,并回填清洁土壤。土壤改良技术就是在轻度污染农田中掺入洁净土壤进而稀释污染物浓度。电动力学修复技术,即通过电场定向迁移重金属离子,该技术方便使用,不会破坏土体结构,适合大范围推广。在实际引用中,需要向土壤中设置阳极、阴极,施加低电压直流电,充分发挥电流在土方孔隙中产生电渗、电迁移、电泳效应等,在此驱动下引导重金属离子向电场方向移动,使其在电极处沉淀、螯合,或者与化学试剂反应形成化合物^[5]。

化学修复技术,即在受到污染的土壤中添加改良剂、抑制剂等,以便对土壤性质进行改良,促进重金属元素产生氧化、还原、吸附等作用,这样能够有效清除土壤中的重金属污染物,该方法效果好,但是容易产生二次污染。其中,稳定化固定技术应用中,需要向受到污染的土壤中添加固化材料或者稳定剂,如石灰、磷酸盐、有机螯合剂等,使其与土壤中的重金属产生络合、沉淀、离子交换反应,通过物理

包封、化学键合作用,形成难溶性化合物,这样能够降低生态毒性,有效抑制重金属迁移性和生物活性。该方法主要针对镉、铅、砷等重金属处理中进行应用,该方法治理效果好,不会改变土壤结构,但是药剂消耗量大、长期稳定性不足,存在次生环境风险。化学淋洗技术,即利用特定溶剂与重金属污染物产生溶解-络合作用,并在液固分离作用下达清除重金属污染物的目的。当前常用的淋洗剂为生物表面活性剂。

4.3 推广清洁生产理念

为了有效抑制农田土壤重金属污染,需要加大宣传力度,引导农民科学使用农药、化肥,组织开展清洁生产培训,有效预防土壤污染。要对工业、城市废渣、废水进行科学处理,严禁随意排放、丢弃,一旦发现需要严厉处罚,实现防治结合,有效控制土壤污染出现概率。

5 结论

综上所述,为了有效防控农田土壤重金属污染,保障我国食品安全和生态环境安全,需要采取科学合理的监测技术,如电化学分析技术、光谱技术、激光诱导击穿光谱技术、高光谱分析技术等,构建完善的监测网络,结合监测结果制定科学合理的土壤污染修复方案,如生物修复技术、化学修复技术、物理修复技术等,实现污染土壤的有效性修复和治理,促进农业产业的可持续发展。

参考文献

- [1] 谌琛. 农田土壤重金属污染监测与修复技术研究 [J]. 中国资源综合利用, 2025, 43 (08): 131-133.
- [2] 李云霞. 农田土壤重金属污染监测技术 [J]. 农业工程技术, 2024, 44 (05): 47-48.
- [3] 郭冰茹. 农田土壤重金属污染监测技术研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (12): 59-61.
- [4] 陈慧. 我国农田土壤重金属污染现状及监测技术分析 [J]. 农业灾害研究, 2022, 12 (01): 133-135.
- [5] 季晓春. 关于农田土壤重金属污染监测技术发展研究 [J]. 农业与技术, 2015, 35 (13): 30+54.