

# 土壤重金属污染治理修复技术

熊从洲

恩施市农业农村局,湖北 恩施 445000

**摘要:**随着我国工业化的迅猛发展,人们的生活水平不断提高,但同时也带来了严重的土壤重金属污染问题。我国针对“三农”中的相关问题越来越重视,土壤的重金属污染是一个典型的亟待解决的问题。据此,主要分析了土壤重金属污染的主要原因和导致的问题,并提出了修复治理策略。

**关键词:**重金属;土壤;污染;修复

**中图分类号:**X53

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2023.03.010

## 0 引言

近年来,我国工业不断高速发展,推进我国向社会主义工业化国家迈进,但发展背后也带来了源源不断的污染问题,例如农药滥用、矿产的不合理开发以及污水浇灌农田等。这些都会对土壤造成严重污染,尤其是污水浇灌农田,使我国被污水浇灌过的农田中有1半以上发生了重金属污染,且其引发的后续问题在连年增长,导致粮食、土地安全等问题。

## 1 中国农用地土壤重金属污染的主要原因

土壤是人们生活的基础,是粮食供应和住房建设不可或缺的一部分。在社会发展过程中,很多污染物都采用了深埋等手段进行处理,严重污染了土壤环境。伴随着工业化家畜作物的栽培,社会对土壤的要求越来越高。土壤污染的严重程度分为5个阶段。生态系统一旦遭到破坏,就很难恢复到原来的状态。农田的土壤中含有大量的重金属,难以彻底去除。一旦被植物所吸附,在应激作用下作物的抗性就会下降,农作物发生病虫害的概率就会提高,造成粮食产量下降,造成农作物死亡。当重金属污染到食物链中时,不仅影响畜禽的品质,还会威胁人类的健康<sup>[1]</sup>。现在,我国很多地区土壤中重金属含量非常丰富,因为大量的重金属被混入土壤中,这些高密度的重金属严重威胁土壤中动物的生命,并最终影响土壤生态型平衡。

危害农田土壤主要是铅、镉、汞、准金属砷等多种有害元素,以及重金属中含有有毒的钴、铜、锌等一般元素。重金属在土壤中一旦分散,便很难被土壤中的微生物分解,也会不断地在土壤中积累。长此以往,它会缓慢地作用于土地,成为危害生物的物质,经由食物链条,侵入到动植物体内,影响到动植物的生活,甚至威胁人类的健康,具有很强的毒性。造成土壤重金属污染的原因有很多,一是当前部分地方的农业生产管理方式存在不科学、不够精确等问题。例如,施用有机肥、使用农药、采取污水治理等措施,都会造成土壤重金属污染。长时间给

耕地喂猪粪等有机肥料的话,植物中所含的镉浓度容易升高。二是城市固体废弃物污染。目前,大部分城市的一些生活废弃物不能科学处理,直接运到郊外堆积和填埋,这些废弃物逐渐溶解并分离出重金属,形成大量重金属污染土壤。三是交通污染,在道路运输中,随着机动车数量的增加和机动车运输行业的领先,机动车排放中的重金属铅污染已经非常严重。一旦大气沉降,大气粉尘中的铬含量远远超过土壤的背景值,达到约2倍,运输过程中使用的含铅汽油燃烧等产生有害气体会导致道路沿线的土壤受到重金属污染<sup>[2]</sup>。

## 2 土壤重金属污染可能导致的问题

### 2.1 对农作物产生严重负面影响

在重金属污染严重的地区,土壤中的农作物无法健康生长。很多农户在没有掌握农作物与重金属关联性的情况下,进行肥料管理,提高土壤肥力,促进农作物迅速有效成长,这会使农田土壤受到严重的重金属污染。同时由于土壤中的酸碱平衡被打破,农地的土壤盐碱化,农作物的生产量减少的同时,农地的土壤质量恶化、污染度提高,很多农户不得不放弃一部分农地,使得大量的农田被闲置和浪费<sup>[3]</sup>。

### 2.2 严重影响农田土壤生态系统

重金属等渗透进农田土壤中,对土壤造成不良的环境污染,不但会对正常的作物造成一定的影响,还会对农业生产造成巨大危害。造成这一现象的主要因素是由于农业和农田的重金属污染尚未得到很好的治理,而且由于重金属持续地对周边地区和河水环境造成了严重污染,大量重金属物质在土壤底层积累,随着地理位置的变化和沉降,重金属元素在土壤中持续渗入,对农田、地下水及周边的动植物都有一定危害。如果农用地土壤重金属污染状况得不到改善,就将严重破坏区域环境<sup>[4]</sup>。根据某地区地质资料,以典型性、代表性为原则,考虑取样点空间分布总体均匀性,在全市约1000km<sup>2</sup>范围内采集

表土样本 56 份。多项研究表明,土壤中重金属的含量与常量成分中微量元素铁、铝、硅的含量密切相关,常量成分的比例在一定程度上反映了土壤的组成特点。

### 3 土壤重金属污染修复治理

#### 3.1 工程修复技术

工程的修复手段自古以来就被使用,优点和缺点都很明显。优点是彻底、效果稳定,但是工程量大、投资大,破坏了土地本身的结构,过程中的污土需要堆积和处理。一般采用石灰、沸石、硅酸盐水泥,在一般情况下,以沥青等为主要稳定剂,以水泥为主。但是,污染物深度、pH 值、土壤中有机的含量等都会影响这项技术的有效性。而淋浴技术用萃取剂既能萃取污染物,又不会破坏土壤结构,但是很难找到萃取剂,同时专门开发高效的萃取剂也难以降低成本。化学修复和生物修复涉及的技术性较多,与物理修复相比,人力和资金较少,作为修复技术备受关注,应用前景广阔。但是,无论是哪种修复技术,都存在不稳定或不完善的缺点,无法完全修复被重金属污染的土壤。

#### 3.2 生物修复技术

将生物学用于污染土壤的治理是近年来的新兴技术,是未来有利的技术选择。该技术通过改变土壤中重金属的形态,可以减少土壤中的重金属污染,并组织其积累。通过实施该技术,重金属可以被生物吸收并得到合理处理,有效降低土壤污染。这种方法技术和成本要求都很低,操作也简单。比如广西是甘蔗种植最多的地区,试验结果显示:甘蔗对重金属污染的土壤具有较好的治理效果,降低其中重金属含量,因此这也是一种值得推广的办法。

#### 3.3 微生物细菌修复技术

微生物修复技术对生态环境的破坏小,具有广泛的适用前景,且成本投入较低,技术工艺比较简,适用范围相对广泛,是一种被广泛应用的土壤管理手段。但是,这项技术对植物的要求比较高,管理周期比较长,甚至存在潜在风险。另外细菌修复技术可以显著改善受重金属污染的土壤质量,这种修复方法也是目前广泛使用且效果良好的方法。在自然环境中,细菌是广泛存在的特殊生物,土壤中含有无数的细菌。真菌的再生技术大多来源于植物的根系。通过对植物进行浸提,与土壤中的重金属进行化学作用,可以抑制重金属的释放,恢复土壤的生态条件,进而达到改良的目的<sup>[5]</sup>。AM 真菌也可以减少重金属对植株的影响,从而使其在土壤中得到更好的恢复。

#### 3.4 提高检测技术

土壤污染不仅威胁人民的生命安全,而且严重

影响社会的平衡与稳定。由于重金属造成的农田土壤污染分解难度大且毒性大,不仅会对粮食品质产生影响,还会对人体健康产生一定的危害。通过不断加强重金属污染监测设备的研发,强化重金属物质的监测方式,为农用地土壤重金属研究提供数据,缓解农用地土壤重金属污染现状有重要的现实意义。检测中,化合物的组成可以从离子的质量推算出来,离子的质量可以通过电和磁场的运动方式有效地检测出来。自第一台质谱仪器问世以来,质谱法是一种新的元素分析技术,提高了检测灵敏度,增加了可检测的元素种类,使多种元素同时快速分析检测变得可行。另外紫外可见吸收光谱法也是重金属离子检测的常用方法之一。比如根据单铬的性能,可以获得对应的单铬光,这可以有效地检测被检测物质的吸光能力,并根据该特性确定元素组成。同时也可以借助显色剂的帮助,检测样品中的离子。在实际使用中,由于离子反应的影响,操作会较为复杂,但这是一种便宜又经济的检查方法。

#### 3.5 强化农害防治,减少化肥农药使用

为了降低农药和肥料的用量,必须在作物生产中充分利用生化控制技术,以前期数据为基础,确定对生物的培育导向、防治重点,以选择和应用防治工作技术,以最大限度地避免生物防治见效慢的一系列副作用的出现。微生物防治技术是利用一些细菌等微生物来防治害虫,且效果显著。在驱虫时,一般选用芽孢菌、无芽孢菌、杆菌等少数人不会传染的高等病毒。在控制技术的同时,还必须采用生态控制技术,通过该技术的运用,既能达到地区的生态平衡,又能丰富地区的生态种类,加强生态环境的稳定,使病虫害防治效果显著,且这有利于环境的保护和农业的可持续发展。菌类的防治主要运用 BT 乳剂,用芽孢菌制成。其杀虫原理是利用芽孢菌对虫子消化系统的破坏进行病虫害的防治。该方法简单,只需在农作物上喷洒 BT 乳剂,毒性低,不会影响绿色蔬菜的生长。这种乳剂对幼虫非常有效,可以有效地防治农田内常见的害虫,如内翅虫、枣虫、铃虫等。菌类防治的优点是生物学的,不是化学的,所以害虫不具有抗药性。同时可采用农业用抗生素的预防和治疗,利用农业用抗生素对绿色蔬菜的病虫害防治效果尤其显著。用 1.8% 的虫蝇蛾油稀释 3500 倍后使用,可以有效地杀灭青虫、花虫、猿叶虫等常见的虫类。农业用抗生素具有微量的抗药性,对害虫产生影响,因此除害虫外,在清除杂草方面也有显著效果。农业用抗生素多由微生物发酵而成,针对目前农业害虫突击发展时间短、成效不大、实践不充分等问题,可组织专业团队,开展防治研究和技术,并加大研究资金投入,创造出更适合、更新的研究方法和路径。从预防的角度出发,研究检疫除害、

预测方法、无害预防等技术。另外,在防治农业病虫害的多项措施中,在有效性、环保性等方面比较突出的是昆虫防治,技术人员利用对害虫的制衡作用,在保证农业健康成长的基础上,可以维护区域生态平衡。实践证明,在开展农业病虫害防治工作时,根据技术人员投入的害虫天敌的设计,可以制定对策以提供适当的生长环境,提高其有效性。昆虫防治的好处在于减少化学制剂的使用频率,改善地区的生态平衡,促进农业的可持续发展。比如捕食有害虫类的啄木鸟,捕食鼠类害虫的蛇、猫头鹰等,技术人员也可根据实际情况选择不同的生物,从源头防治鼠疫、病虫害等影响农业发展的问題。农业建设过程中出现的一些害虫位于食物链的下层,利用这些害虫的天敌可以有效解决这些问題,采用天敌控制害虫是一种绿色、低成本的有效措施<sup>[6]</sup>。当该区域的病虫害问題减少时,可以通过人工培养害虫的天敌来将其释放到区域生态系统中。在防治害虫的同时,要进行生态调查,以保证在防治病虫害的同时,不会对生态环境造成损害。同时,还应选择适应性强、繁殖期短的害虫及天敌。在提升农业病虫害防治后,农业生产中所需的化肥农药减少,区域内的重金属污染自然也就少了。

3.6 合理使用检测技术减少农害

我国的雷达技术相对于国外来说还很落后,技术上还处于初级阶段,因此要从国外借鉴和引进大量的新技术。20 世纪,我国在某些生物学科中已有了一定的应用,但国外对此技术的研究已相当成熟,因此可以更好地利用该技术。由于我国引进的雷达技术较晚,在应用于农业生产领域时,尚不能对各类有害生物进行有效监测,致使无法对农业有害生物进行有效治理。然而,随着我国科技的发展,这一技术已经在国内得到了很大的发展,目前的雷达技术已经能够将不同种类的生物资源所造成的危害进行汇总,并形成相应的资料,并根据这些资料的收集,以及对农作物造成的危害进行分析。相信在今后的发展中,我们可以继续改进该技术,使其在农业生产中得到更好的应用。相对于雷达技术而言,遥感技术是一种新兴的技术,而在国内应用的时间尚短,尚不能将其用于侦查、研究;但是,我们国家有相应的技术,可以进行简单地分析、监测和探测。这种简易的技术和方法,还可以在在一定程度上对农业有害生物进行观测和检测。20 世纪 90 年代,国家相关部门利用新的遥感技术,对农业生产进行了全面地观察和监控,并对整个林区进行了空中摄影和录像。

3.7 参考国外土壤污染对策

其实,土壤重金属污染问題并不仅仅存在于国

外,这些问題在西方工业化进程中,也有一些土壤重金属污染修复工作的经验可以借鉴。比如美国专门设立污染治理基金,这一管理措施既是对治理土壤污染在经济上的保障,也是对污染源的责任人追究责任的措施,可以从根源上杜绝污染的发生。另外,德国建立了污染综合治理体系,这一体系与美国的经济治理体系和日本的政治治理体系相比更加全面、实际、高效<sup>[7]</sup>。但无论是哪个国家,不管污染的原因是什么,只要发生了这样的事态,就应该立即采取有效的对策。如果土壤重金属问題得不到解决或被忽视,在工业化发展的今天,我们的粮食种子将无处可放,人们将对餐桌上的食物感到毛骨悚然。土壤的重金属污染不仅是当地的问题,更会影响很多地区的食品安全和人身安全。

4 结语

生态环境是时代永恒的话题,它的保护状况与人类的生存有着密不可分的关系。土壤是人类赖以生存的物质基础,对人类的发展起到了至关重要的作用。我们必须重视土壤治理,从防范、检测技术、监测手段等多方面优化土壤治理,保证土壤安全和粮食安全。

参考文献:

[1] 侯建伟,邢存芳,邓晓梅,等. 不同秸秆生物炭对黄壤理化性质及综合肥力的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2019,47(11):49-59.

[2] 于小彦,杨艳芳,张平究,等. 不同水分条件下生物质炭添加对湿地土壤微生物群落结构的影响[J]. 生态与农村环境学报,2019,35(9):1163-1171.

[3] 宋彬,孙茹茹,梁宏旭,等. 添加木质素和生物炭对土壤氮、磷养分及水分损失的影响[J]. 水土保持学报,2019,33(6):227-232,241.

[4] 王丹丹,林静雯,丁海涛,等. 牛粪生物炭对重金属镉污染土壤的钝化修复研究[J]. 环境工程,2016,34(12):183-187.

[5] 敬芸仪,邓良基,张世熔. 主要紫色土电导率特征及其影响因素研究[J]. 土壤通报,2006,37(3):617-619.

[6] Rui Shan, Yueyue Shi, Jing Gu, et al. Single and competitive adsorption affinity of heavy metals toward peanut shell-derived biochar and its mechanisms in aqueous systems[J]. 中国化学工程学报(英文版),2020,28(5):1375-1383.

[7] 许燕萍,谢祖彬,朱建国,等. 制炭温度对玉米和小麦生物质炭理化性质的影响[J]. 土壤,2013(1):73-78.

作者简介:熊从洲,男,1988 年生,助理农艺师。研究方向为农作物种植、土壤重金属污染治理。