

苏州市农田重金属污染防治现状与对策

丁焕新, 陈吉, 孙永泉, 陆阳, 陆幸鹏, 刘文秀 (苏州市耕地质量保护站, 江苏苏州 215011)

摘要 农田土壤重金属污染已严重威胁农产品质量安全, 引起了社会的广泛关注。苏州市作为长三角经济发达地区, 工业化、城镇化快速发展, 农田土壤重金属污染问题也尤为突出。重点介绍了近年来苏州市在农田土壤重金属污染防治方面开展的相关工作和取得的成效, 分析了当前农田重金属污染防治工作过程中存在的一些问题和难点, 提出了相关对策和建议, 为各地开展农田土壤污染防治工作提供参考。

关键词 农田土壤; 重金属污染; 监测; 治理修复; 对策

中图分类号 X53 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)06-0071-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.06.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Present Situation and Countermeasures of Prevention and Control of Heavy Metal Pollution in Farmland in Suzhou City
DING Huan-xin, CHEN Ji, SUN Yong-quan et al (Suzhou Cultivated Land Quality Protection Station, Suzhou, Jiangsu 215011)

Abstract Heavy metal pollution in farmland soil has seriously threatened the quality and safety of agricultural products, which has aroused wide attention of the society. As an economically developed region in the Yangtze river delta, Suzhou is experiencing rapid industrialization and urbanization, and the problem of heavy metal pollution in farmland soil is particularly prominent. We mainly introduced the related work and achievements of prevention and control of heavy metal pollution in farmland soil in Suzhou in recent years, analyzed some problems and difficulties in the process of prevention and control of heavy metal pollution in farmland, put forward relevant countermeasures and suggestions, and provided references for the prevention and control of soil pollution in farmland.

Key words Farmland soil; Heavy metal pollution; Monitoring; Governance to repair; Countermeasure

耕地是农业发展之要, 粮食安全之基, 农民立命之本。习总书记强调, 耕地是我国最为宝贵的资源, 要持续加大耕地保护力度, 像保护大熊猫一样保护耕地。土壤是可持续发展的物质基础, 事关国家粮食安全、生态安全和社会稳定, 保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容^[1]。随着工业化和城镇化进程不断加快, 农田受到了大量重金属元素的污染, 土壤质量呈持续下降趋势, 农产品产量和质量受到严重影响^[2]。2014年全国土壤污染状况调查公报^[3]显示: 全国土壤环境状况总体不容乐观, 全国土壤总的超标率为16.1%, 污染类型以无机型为主, 占比达82.8%。耕地土壤点位超标率为19.4%, 其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为13.7%、2.8%、1.8%和1.1%, 主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕和多环芳烃。据统计, 我国约有1/6的耕地受到了不同程度的重金属污染^[4], 每年粮食因重金属污染减产1 000多万t, 被重金属污染的粮食每年达1 200万t, 合计经济损失至少200亿元^[5]。

2002年, 南京环境科学研究所开展的典型区域土壤环境质量状况探查结果显示, 长三角有的城市连片农田受多种重金属污染, 致使10%的土壤基本丧失生产力^[5]。赵其国等^[6]指出我国长江三角洲及珠江三角洲等地区部分区域农田土壤重金属污染严重。经过多年的农业耕作和工业化、城镇化快速发展, 以及农田周边冶炼、电镀、制革等涉重企业的存在, 造成了苏州地区农田质量和环境下降的趋势。虽然近年来采取了一些治理保护措施并取得了一些成效, 但污染排放量依旧很大, 农田生态环境问题依旧严峻。土壤重金属污染

隐蔽性强且长期存在, 通过食物链富集可危害数代人健康, 所以需要采取多种措施, 综合防治农田土壤重金属污染^[7]。2017年8月1日, 苏州市人民政府正式印发了《苏州市土壤污染防治工作方案》, 苏州市农业部门加快推进农田土壤污染防治工作。

1 污染现状及来源简析

2012年起, 全市先后开展了农产品产地土壤重金属污染普查、调查和例行监测工作, 共计采集土壤和农产品样品12 000多个, 分析了样品中Cr、Pb、Cd、As和Hg等重金属含量, 以及pH、有机质、机械组成、阳离子交换量等土壤理化性质, 基本摸清了全市农田土壤重金属污染状况。其中土壤中Hg和Cd点位超标率较高, 其他重金属点位超标率均小于1%。Cr、Pb、Cd、As、Hg这5种重金属均在中等空间变异范围, 偏度系数都为正偏, 说明存在人类活动和工业化过程使得重金属元素不断富集的现象。其中Cr、Pb、Cd含量变异系数较大, 且均呈现较强的区域变异性, 而无明显空间分布规律。农产品重金属超标主要集中在水稻、小麦和根茎类蔬菜等作物, 从高到低依次为As、Cd、Cr、Pb、Hg。依据协同监测结果来看, 土壤超标点位与农产品超标点位的对应性不强, 特别是农产品中As超标的点位, 土壤As均不超标, 而土壤中As超标的点位, 农产品As均不超标。据调查可见, 当前全市的农田土壤环境中高风险主要在工业发达乡镇和存有污染隐患的工厂周边。葛姘姘^[8]根据苏州市吴江区农村土壤污染现状研究发现工业污水的产生和排放会对所在区域农田土壤中的Pb、Cd和Cr含量造成影响, 分析推测该区域重金属污染及累积可能是由于乡镇工业企业的工业活动尤其是污水排放引起的。刘静^[9]研究指出张家港市蔬菜地土壤与对照稻麦轮作方式的土壤相比, 其中重金属As变化不明显, Cd、Cr和Cu随着种植年限的增加呈不断积累的趋势,

基金项目 2018年江苏省农业生态保护与资源利用专项。

作者简介 丁焕新(1990—), 男, 江苏盐城人, 农艺师, 硕士, 从事耕地质量保护研究。

收稿日期 2019-09-06; **修回日期** 2019-09-23

这可能主要与蔬菜生产过程中大量施用“劣质”有机肥料有关。马成玲等^[10]研究发现常熟市土壤 Hg 的问题十分突出,超标率均较高,超标样品的污染指数也较高。

2 主要工作及成效

2.1 建立健全监测评价网络 针对苏州农业、工业和城市发展的历史和现状,在前期普查和调查的基础上,苏州市农业部门 2017 年全面整合优化了农田土壤环境质量监测点位,构建了农产品产地土壤环境质量监测网,完善了土壤环境质量例行监测制度。按照优先保护、安全利用和严格管控三类设立监测点位,覆盖全市所有涉农乡镇。监测工作全程严格执行相关标准与规定要求,确保监测结果的科学性、准确性、客观性和可靠性。对监测结果及时进行评估总结,为全市农田土壤污染风险防控发挥积极作用。

2.2 启动耕地质量类别划分 太仓市作为全国首批试点、江苏省 3 个试点之一,于 2018 年 6 月正式启动了耕地土壤环境质量划分试点工作,充分整合国土、环保、农业等部门优势资源,顺利完成了类别划分工作。2019 年苏州市全面推进耕地土壤环境质量类别划分工作,印发实施方案,成立领导小组,统筹协调各市、区配合技术服务单位全面推进。按照“前期准备、初步划分、优化调整、核实汇总、逐级报送、后续管理”6 个步骤开展工作。利用地理信息系统和遥感影像,对初步划分的严格管控和安全利用两类耕地进行识别对比,筛选出需要踏勘的地块,实地走访调查。后期编制了技术报告和相关图件资料,并按考核要求逐级上报。现已基本摸清受污染地块的分布情况,为下一步的安全利用奠定坚实基础。

2.3 受污染耕地安全利用和治理修复探索 近年来,苏州市在综合监测和调查的基础上,强化与科研院所和高校合作,就受污染耕地安全利用和治理修复开展了系列工作,主要通过超积累植物修复技术、原位钝化技术、水分调控技术、叶面阻控技术、低积累作物品种筛选等技术,积极探寻适合苏州市及苏南地区典型重金属污染农田土壤的修复技术并进行示范。常熟开展伴矿景天育苗试验和超积累植物伴矿景天与低积累水稻轮作示范,配合化学和水肥调控措施,在稻米达标生产的同时,土壤 Cd 含量和活性显著降低;昆山试验区探索多种植物联合修复技术,提高修复技术的实用性和可推广性,通过 3 年修复工作,耕层土壤重金属去除率达 20% 以上,实现农产品重金属全部未超标;太仓筛选了低积累水稻品种苏香粳 100,钝化修复技术使土壤 Cd 有效性降低 50%~90%。当前土壤修复已取得明显成效,通过各种修复治理措施,有效降低了土壤重金属总量和活性,减缓了重金属污染物的危害,实现了污染土壤的高效修复和农作物的安全生产。

3 面临的主要问题

3.1 修复技术各有利弊 农田重金属污染修复策略:一是将重金属直接从土壤中移除以达到清洁土壤的目的;二是降低重金属迁移性和生物有效性,从而降低其风险^[11]。当前从事农田重金属污染治理修复技术研究和推广应用的科研院所、高校和企业很多,也涌现一批修复技术。但任何一种修

复技术都有其局限性,而且很多修复技术的机理性问题仍未解决。从苏州实际应用效果来看也是各有利弊,特别是针对复合污染如何选择绿色、高效的修复技术还有待商榷。

物理修复^[12]工程量大、成本高,一般不适合大面积推广;可能对土壤肥力和耕作层造成破坏从而导致生产力降低,也可能给地下水带来二次污染的风险,还存在受污染土壤如何安全处置的问题。

苏州市在探索植物修复技术推广过程中选择了超积累植物伴矿景天^[13]进行试验示范。从结果来看,对 Cd 有不错的治理修复效果,但地上部平均生物量不高,与云南、湖南等地区存在较大差异。这可能主要与苏州地区自然气候环境相关,苏州冬季的长期低温和降雨对伴矿景天的初期生长起到了抑制作用。超积累植物通常矮小,生物量低,生长缓慢,修复效率不高,以致修复周期较长;一般也不易于机械化作业,人工管理成本较高;植物后期安全处置难度大;外来植物种类还可能对本地的土壤和生物多样性产生影响。

原位钝化修复技术不是一种永久的修复治理措施,仅仅是改变了重金属的存在形态,重金属元素仍保留在土壤中^[12],修复效率和长期稳定性还需进一步研究。钝化剂的原料有很多,成分比较复杂,是否影响土壤环境质量还有待考证。

3.2 非技术因素的限制

3.2.1 保护意识不足。一方面,苏州农田基本上集中由村集体或外包种植户来经营管理,它们对农田污染修复和安全利用的认识层次不一,特别是外来承包种植户仅对产量和经济效益关心,缺少对土壤安全问题的关注,往往会出现不情愿、不配合的情况,进而影响工程进度或增加修复成本。另一方面,苏州镇村经济发展迅速,近年来虽然加快经济转型升级,关闭了一批涉污企业,但是部分农田周边仍存在一些小型污染企业,存有环保意识不强、偷排偷放污染物的隐患。

3.2.2 部门协作不紧。农田重金属污染治理修复不仅是农业部门的事,还涉及财政、环保、国土、水务、企业、卫生、食品安全等诸多方面。当前各部门之间缺乏有效的协作沟通,基本上还是各自为战的局面,在经费保障、监管执法、源头管控等方面强化合作需求比较迫切。

3.2.3 行业投资不热。“土十条”颁布以来,国内环保企业发展数量剧增,相关资质没有明确的标准,技术水平方面也没有完全跟上,导致农田土壤修复市场较为混乱。同时,由于农田重金属污染修复回报率不高,当前投资仍主要依靠国家财政支出,市场资本还未过多参与其中。

3.3 修复过程缺乏监管 根据“土十条”规定的考核要求来看,2020 年前做好农田土壤重金属污染防治工作时间紧、任务重,各地区基本都是通过招标采购第三方服务的形式开展重金属治理修复工作,缺乏对农田土壤修复工程监理的资质管理^[14]。现有监理单位多数是农林、市政或建筑工程跨专业拓展相关业务,一定程度上缺乏农田土壤修复监理的经验,也无相关技术规程遵循,结果可能导致对农田土壤修复效果评价不到位。

4 对策与建议

4.1 强化保护宣传和法治监管 土壤一旦被污染,再要清除就十分困难,因此土壤污染预防比土壤污染治理重要得多^[5],所以要强化耕地土壤环境保护宣传工作,积极指导农民科学用肥用药,严格防范农业投入品污染风险。引导存有污染隐患企业务必做好排污管控措施。

随着《土壤污染防治法》的正式施行,监察执法部门要加大农田土壤环境监管力度,提高执法水平,对污染农田土壤环境的企业和个人做到有法必依、执法必严、违法必究。

4.2 强化基础研究和示范推广 联合高校和科研院所,结合地区气候、土壤、养分、污染程度等因素,着重提高技术的适应性、高效性和安全性,优先选择适合本地区推广的绿色、高效修复治理技术模式加以集成示范。进一步强化土壤重金属污染治理修复与当前农业生产上的秸秆综合利用、轮作休耕、化肥减量增效、农药零增长、土壤改良、地力提升等工作的融合发展。

4.3 强化分类管理和动态调整 依据耕地土壤环境质量类别划分结果,分区分级,精准施策,优先保护区突出耕地环境保护和质量提升;安全利用区突出农艺措施为主,强化区域源头管控;严格管控区突出种植结构调整,科学治理修复。全面落实监测常态化,充分掌握耕地土壤环境变化状况,及时实施动态调整管理。

4.4 强化经费保障和队伍建设 各级政府要高度重视农田土壤重金属污染工作,支持常规监测和受污染耕地修复治理,坚决打好净土工程攻坚战。经费使用要打破常规思路,可借鉴上海试点的耕地质量保护险,以购买保险的方式保护耕地,并将保险的“逆向赔付”转变为“正向激励”,建立起耕地环境保护的长效机制,并将惠农资金用得更科学、更高效。同时,进一步强化基层农技队伍建设,不断提升专业技能,将

科学、高效的措施和技术推广到田间地头。

综上所述,苏州农田土壤重金属污染状况不容乐观,土壤污染防治攻坚战刻不容缓。应当坚持预防为主、保护优先、分类管理的思路 and 原则,突出四个强化,务必做好源头控制,保护好未污染耕地,对受污染耕地土壤要靠先进技术手段加快科学治理和修复,方能实现耕地的安全可持续利用。

参考文献

- [1] 夏新,姜晓旭.中国土壤环境监测方法体系现状分析与对策[J].世界环境,2018(3):33-35.
- [2] 景延秋,袁秀秀,王宇辰,等.农田土壤重金属污染及防治对策[J].湖南农业科学,2016(3):42-45.
- [3] 全国土壤污染状况调查公报(2014年4月17日)[J].环境教育,2014(6):8-10.
- [4] YAO Z T, LI J H, XIE H H, et al. Review on remediation technologies of soil contaminated by heavy metals[J]. Procedia environmental sciences, 2012, 16: 722-729.
- [5] 蔡美芳,李开明,谢丹平,等.我国耕地土壤重金属污染现状与防治对策研究[J].环境科学与技术,2014,37(S2):223-230.
- [6] 赵其国,骆永明.论我国土壤保护宏观战略[J].中国科学院院刊,2015,30(4):452-458.
- [7] 邹萌萌,周卫红,张静静,等.我国东部地区农田土壤重金属污染概况[J].中国农业科技导报,2019,21(1):117-124.
- [8] 葛姗姗.苏州市吴江区农村土壤重金属污染现状调查分析及评价[D].苏州:苏州大学,2017.
- [9] 刘静.长江三角洲典型地区土壤重金属时空分布及环境效应[D].南京:南京农业大学,2011.
- [10] 马成玲,周健民,王火焰,等.农田土壤重金属污染评价方法研究:以长江三角洲典型县级市常熟市为例[J].生态与农村环境学报,2006,22(1):48-53.
- [11] 王一帆,栾倩,蔡锴,等.土壤重金属污染的修复技术研究[J].安徽农业科学,2018,46(22):12-17.
- [12] 樊霆,叶文玲,陈海燕,等.农田土壤重金属污染状况及修复技术研究[J].生态环境学报,2013,22(10):1727-1736.
- [13] 吴龙华,周守标,毕德,等.中国景天科植物一新种——伴矿景天[J].土壤,2006,38(5):632-633.
- [14] 胡鹏杰,李柱,吴龙华.我国农田土壤重金属污染修复技术、问题及对策倡议[J].农业现代化研究,2018,39(4):535-542.