

## 运用农田土壤重金属治理技术,专家提出建议

# 建立良好农业生产方式

加大技术研发投入 引导农民积极参与

### 知识沃土

目前,可用于大面积农田重金属污染治理技术包括:农艺调控措施、钝化修复技术、植物修复技术等。

#### 1.农艺调控措施

**原理:**主要指采取农艺方法,如水分管理、施肥调控、低累积品种替换、调节土壤pH值、调整种植结构等措施来控制农田重金属污染,直接或间接达到修复农田重金属污染的目的。研究表明,水稻全生育期淹水,可显著降低土壤有效态,降低稻米中镉的吸收累积。

**特点:**农艺调控措施具有操作简单、费用较低、技术较成熟的优点,缺点是修复效果有限,仅适用于农田重金属轻微和轻度污染的修复,需注意的是,种植结构调整有可能导致农民难以接受困难及影响粮食产量。

为了降低土壤的毒性,一般修复措施可采用水田改旱地种植模式。但在镉复合污染下,水田改旱地会增加镉的生物有效性。所以镉污染农田治理需要统筹考虑,以免在降低镉污染的同时,却增加了砷污染。

在农田镉含量处于污染临界值附近或已受镉污染的土壤上,应避免施用高量的酸性肥料如尿素、氯化铵、普钙,以及其他酸性物料。在常用磷、钾肥中,磷酸二铵和硫酸钾在镉污染土壤上施用更为适合。同时,在农作物生长期,在作物茎叶表面喷洒磷肥、钾肥或硅肥等微量元素,可以抑制或拮抗农作物对重金属镉、砷等的吸收累积。

在轻度重金属污染的农田种植低累积作物品种可以明显降低作物地上部重金属累积量,但低累积作物品种对重金属含量稍高的土壤不适应,需要与诸如化学钝化修复技术进行联合;此外,低累积作物品种(如水稻)来源得不到保障。

镉在不同作物中的累积大小为:葱蒜类>叶菜类>根茎类>豆类>茄果类>瓜类,所以对菜地重金属镉污染,可以通过调整作物品种起到一定的修复效果。

#### 2.原位钝化修复技术

**原理:**指通过调节土壤理化性质以及吸附、沉淀、离子交换、腐殖化、氧化-还原等一系列反应,将土壤中的有毒重金属固定起来,或者将重金属转化成化学性质不活泼的形态,降低其生物有效性,从而阻止重金属从土壤通过植物根部向农作物地上部的迁移累积,以达到治理污染土壤的一种修复技术。

**特点:**钝化修复技术具有修复速率快、稳定性好、费用低、操作简单等特点,同时不影响农业生产,可以实现边修复边生产,尤其适用于修复大面积中轻度重金属污染农田土壤。大量研究表明:土壤经钝化修复后,重金属镉、铅等有价态一般可降低30%~60%,农作物(稻米、蔬菜地上部)中镉、铅等含量可降低30%~70%;一般土壤中镉、铅等钝化修复稳定性可以达到3年以上。但该项修复技术可能会影响土壤环境质量,修复长期稳定性需要进行长期监测评估。

在目前实际开展的农田重金属污染治理中,主要以化学钝化修复为主,辅助农艺调控措施等,以达到重金属污染农田的安全生产,控制稻米等农产品重金属超标问题。

#### 3.植物修复技术

**原理:**目前,常用的土壤重金属污染治理植物为超富集植物,超富集植物是指能超量吸收重金属并将其运送到地上部的植物,一般超富集植物地上部(茎和叶)重金属含量是普通植物在同一生长条件下的100倍,其临界含量分别为镉100mg, 锌10000mg, 铅、铜、镍均为1000mg;同时,植物地上部分的重金属含量高于根部,对高浓度的金属有较强的忍耐性,植物对土壤中重金属的富集系数大于1。

目前,国内筛选出的重金属超富集植物主要有:砷超富集植物-蜈蚣草,镉超富集植物-龙葵和天蓝苜蓿菜,锌、镉超富集植物-东南景天,铜累积植物-海州香薷等。

**特点:**植物修复技术具有修复成本低、适应性广、耐性强、不破坏土壤理化性质等优点;但超累积植物通常矮小,生物量低,生长缓慢,修复效率低,不易于机械化作业,植物无害化处理难度大。此外,受不同地区气候等自然条件影响,超累积植物在不同地区生长也有所不同。

一般超富集植物修复中重度污染、砷污染农田至少需要十年以上,甚至长达几十年至上百年。植物修复比较适用于高重金属污染土壤,但随着修复年限的增加,修复效率也会逐渐下降,影响修复治理效果,增加治理费用。对重金属轻度污染土壤,一般不宜采用植物修复技术。

### 编者按

11月1日,习近平主持召开中央全面深化改革领导小组第二十九次会议。会议审议通过了《建立以绿色生态为导向的农业补贴制度改革方案》等12项改革方案。会议指出,要探索重金属污染耕地治理等有效支持政策。

**农田土壤重金属污染是土壤治理修复领域一个庞大的分支,目前国内外有哪些治理农田重金属污染的技术,这些方式方法的成熟度如何,怎样更好地保护耕地资源,值得人们思考。**

### ◆本报记者李维

“植物修复是农田土壤修复的重要发展方向和可行途径,但目前仅有少数通过政府部门验收合格的成功案例,总体来说整个行业还面临工程经验欠缺、技术设备不配套等问题。”在日前召开的2016国际耕地大会上,中国科学院地理科学与资源研究所环境修复中心主任陈同斌谈及农田土壤修复时这样说。

2014年4月18日,环境保护部和国土资源部发布的调查公报显示,全国土壤环境状况总体不容乐观,部分地区土壤污染较重,耕地土壤环境质量堪忧。

由于农田重金属污染具有形成的复杂性、长期的累积性、发生的隐蔽性、毒性的缓效性、诊断的特殊性和恢复的长期性等特征,导致农田污染治理和修复技术长期处于不断探索中。

### 修复技术设备亟待完善

与工业场地重金属污染相比,农田土壤重金属污染面积巨大,但主要以中轻度污染为主,其修复技术与方式的选择需要首先考虑农业生产方式和类型,其次兼顾有效性、经济性和推广性。

“农田土壤重金属污染治理不像一般工业污染场地修复,在不考虑修复后土壤环境质量变化的情况下,可以采取固化/稳定化措施或者采取封存填埋方法进行处理。而对农田土壤重金属污染治理来说,不论采用哪种方式进行治理,都要以保证修复后不影响土壤环境质量,能够保障农作物健康、安全生产为核心。”农业部环境保护科研监测所研究员徐应明告诉记者。

目前,可用于农田重金属污染治理修复的技术主要包括:工程措施、农艺调控措施、钝化修复技术、植物修复技术,而可以大面积应用的技术是后面

### 五色土

## 解决农田污染 有何经验借鉴?

根据中国环境修复研究院的大数据分析,除我国大陆外,公开资料显示,日本和中国台湾地区是全世界仅有的个别开展耕地污染修复的国家或地区。

### 日本

日本曾因矿山未处理废水流入导致耕地镉污染,全国受污染耕地约7000公顷(大约10.5万亩)。

日本解决耕地污染问题主要使用了客土法,即首先将30厘米厚的表层污染土用推土机剥离,再用挖掘机在田内挖出梯形沟,将地边的污染土壤埋埋进来,然后将挖出来的非污染土壤埋在上部20厘米,作为耕盘压实,最后从别处运来净土覆盖在表面,层高20.5厘米,配合施用土壤改良剂、有机肥之后就可以耕种了。

日本正在研究的方法还有3种,一是植物修复,即种植吸收能力强的植物(如“长香谷”),收获的作物焚烧处理。尽管这种方法还存在抗倒伏性差、施肥多、修复周期长等问题,但它的成本仅为客土法的1/15。

二是洗净法,即将修复目标地块用防水板围住,向内部注水,搅拌后抽取上清液进行废水处理,污泥则焚烧处理,可作为没有客土来源

3种。

在很多业内专家看来,大规模土壤重金属污染治理工程使用的技术核心是工程化、标准化和成本控制,其次是环境友好与农民参与,最后是修复效果的持久性。

“还是和工业场地相比,农田土壤重金属污染治理修复技术的推广效果目前并不是很好。首先,农田土壤重金属污染大面积修复技术尚不成熟,设备化欠缺。其次,我国农田土壤类型多样,重金属污染程度复杂,不同区域的农田土壤pH值等差异较大,导致一些技术的异地应用效果及稳定性较差。再次,农田土壤重金属污染大面积修复费用没有保障,农民参与积极性低,仅靠政府投入难以以为继。”徐应明说。

另外,对于一些农田土壤重金属污染的治理和修复,需要将多种技术进行组合或集成。“比如对于某些重度重金属污染农田的治理,可以考虑需要先采用植物提取技术,待土壤重金属含量降低到一定浓度,可以采用钝化修复技术并结合农艺调控技术进行治理,以实现农产品安全生产。”他说。

### 经得住考验的才是好技术

“和所有土壤修复技术一样,农田修复技术也有其适用的边界条件,技术的好坏与不好有其环境条件和人为因素的限制,只有技术与环境及良好农艺措施的匹配,才能发挥出技术最佳的性能。”徐应明说。

发现砷超富集植物蜈蚣草,开发出了砷污染土壤植物修复技术,率领课题组形成了农民易于操作的利用植物修复污染土壤的新技术体系,在这方面形成了3套具有知识产权的污染土壤修复成套技术,在湖南郴州建立了第一个植物修复示范工程,并先后在云南、广西、湖南、河北和河南等地开展产业化示范工作……这是陈同斌利用植物修复技术治理农田污染重金属的骄人成绩。

在论证技术的实用性时,他总结出了

“三三三”准则:即至少有3个工程业绩;修复工程至少有3年以上的运营时间;至少已用于3个不同的区域。

“3个工程业绩是指这项技术的成熟化,需要成功治理3个污染农田工程;3年时间周期,是农田修复需要3年的熟化时间,而且农业活动与年度气候变化有关,所以技术要经过3年的持续检验;3个不同地点,是在3个不同土壤、气候、经济同等地理区域进行试验。”陈同斌说,“如果按照这样做,并且都能对污染农田起到良好修复效果,那么这项技术就是可行、可推广的。”

### 防范源头污染是关键

如今,很多人都渐渐意识到,在工程治理与修复市场方面,除了广西环江、湖南石门、云南个旧等少数通过政府部门验收的成功案例之外,目前还缺少大规模的技术储备及成熟案例,修复市场热度高,诚意不高,修复企业数量虽多,但真正有技术、有责任、有能力的不多。

徐应明认为,要加强源头治理,尽快改变“边污染,边修复”的模式。另外,要在农民中建立起“良好的农业生产方式”,“良好的农业生产方式”能够利于农田污染修复。

农田修复应该在保证农产品安全的同时,尽可能顾及农田土壤环境质量的改善,鼓励探索“边生产、边修复”的农田修复模式,从源头控制重金属进入食物链的风险。

此外,徐应明还认为,针对目前能够修复我国农田土壤重金属污染大面积修复的技术欠缺,国家仍然需要加大技术研发的投入,健全治理资金投入机制,进一步研发针对能够满足我国不同区域、不同土壤类型及重金属不同污染水平的分区、分级、分类修复治理关键技术,实现农产品安全生产,保障人体健康。

## 蜈蚣草能“吸毒”?



蜈蚣草,多年生草本,属蕨类植物门,喜温暖湿润和半阴环境,高1.3m~2m。根状茎短,披针状披针形、黄棕色鳞片,具网状中柱。叶丛生,叶柄长10cm~30cm,直立。

常地和附生于溪边林下的石缝中和树干上。喜温暖湿润和半阴环境。生长适温3月~9月为16℃~24℃,9月至翌年3月为13℃~16℃。冬季温度不低于8℃,但短时间能耐0℃低温。也能耐30℃以上高温。

蜈蚣草不仅对一些重金属有很强的忍耐能力和富集能力,而且生长快、生物量大、地理分布广、适应性强。实验研究表明,蜈蚣草所吸附的重金属多存于叶茎上,这种植物一年可以收割3次之多,收割晒干后送到生物质电厂可以当燃料。蜈蚣草吸附的重金属在燃烧过程中被固化,所以不再具有危害性。

### 绿土地

## 四川成立土壤治理修复专委会

完善行业平台 加强技术交流

本报记者王小玲成都报道 四川省土壤污染治理与生态修复专业委员会日前成立,70多家从事土壤治理修复的企业单位和20多名专家学者会,将为四川土壤污染治理与修复提供技术支撑和智力支持。

作为四川省环保产业协会分支机构四川省土壤污染治理与生态修复专委会,“十三五”期间,将开展的主要工作包括,土壤污染治理与生态修复行业调查研究;组织技术交流,建立全省土壤污染治理与生态修复专家信息库;制定土壤污染治理修复行业自律规范;建立并完善从业单位资质与业绩评估体系;建立土壤污染治理公共服务平台;组织单位之间的技术交流、人才对接和职业技能培训;整合企业和行业资源等。

四川省土壤环境管理处处长康宁介绍,从2006年8月~2013年12月,四川用了近7年时间,较全面地开展了四川省土壤污染状况调查,基

本摸清全省土壤环境状况。全省土壤环境状况总体不容乐观,攀西地区、成都平原区、川南地区的部分地区土壤污染问题较突出,属是全省土壤污染的主要特征污染物。

据了解,四川部分土壤治理机构和企业起步较早,已有成功治理案例。2012年实施的长虹集团某搬迁场地修复,是全省首例由企业主导完成的污染场地修复案例。2013年,开展相关土壤治理企业利用植物修复技术,对西充县近千亩农田实施了化肥与农药污染治理。

四川省土壤污染治理与生态修复专业委员会主任委员吴章杰表示,专委会作为一个由成员企业共建共有共享的交流平台,将起到一个“桥梁纽带”的作用,联合统筹,实现强弱对接共同进步,最终让整个产业活跃起来。同时,将积极开展会员单位信用等级评定,建立“黑名单”制度,对害群之马予以清除出局,不得参与本行业经营。

## 腐植酸有机肥协会标准登台亮相

成为国家标准和行业标准的先期技术规范

本报讯 由行业协会参与制订的团体标准——腐植酸有机肥料协会标准开始登台亮相。这是记者在日前举办的首制《腐植酸有机肥料》“协会标准”启动仪式上获得的消息。

据了解,国务院办公厅在《关于加快推进行业协会商会改革和发展的若干意见》,提出了拓展协会参与制订修订行业标准 and 行业发展规划、行业准入条件职能的要求。

2015年2月,中国腐植酸工业协会启动了“腐植酸协会(团体)标准”发布工作。中国腐植酸工业协会理事长曾宪成表示,因腐植酸有机肥能有效避免传统有机肥的潜在危害,越来越受到百姓欢迎,但是在快速发展的同时,随之而来的假冒伪劣产品在市场上蜂拥而

起。多年来,腐植酸肥料产业先行、标准滞后是不争的事实,制定《腐植酸有机肥料》标准,不仅是对腐植酸肥料产业健康发展负责,更是对农民负责。

据介绍,这一标准将成为国家标准和行业标准的先期技术规范,适用于技术成果转化、产业化前期的规范技术文件。针对已经应用的新产品,可为第三方检测认证机构提供技术依据(即在无国家、行业标准下,协会标准可作为检验机构的认证规范),作为行业管理性、方法性、指导性技术规范,为支撑第三方开展评价、监管测试、评价程序与评价方法,与地方标准化主管部门合作,可作为区域产业集群服务的标准,以双编号的形式确认。这个标准将于2017年8月公布实施。

小溪

## 中国环境修复发展论坛将举行

从规划管理、试点示范等探索环境修复发展大计

本报记者徐卫星北京报道 第五届中国环境修复发展论坛将于11月23日~24日在北京举办。

随着《水污染防治行动计划》和《土壤污染防治行动计划》的发布,我国环境修复产业已经由萌芽期走进了成长期。为适应新的发展阶段的情况和要求,第五届论坛以“创业创新绿色修复”为主题,将邀请中国工程院、中国科学院、全国人大环资委、环境保护部、科技部、国家发改委、中国银监会、国务院发展研究中心、国家开发银行、世界银行等相关单位以及从业企业、科研院所、高校等领导和专家到会,针对环境修复产业目前存在的技术能力不足、科研与应用严重脱节、缺

乏长效资金机制、监管能力弱、修复项目融入城镇规划程度低、市场区域壁垒、数据案例缺乏积累分享、产业结构不清、人才能力发挥不充分等诸多问题,从规划管理、试点示范、技术创新、产业整合、投资模式、推进机制、国际合作等诸多方面探索和共商环境修复发展大计,开创中国环境修复“十三五”良性健康发展的新局面。

据悉,论坛由中国环境修复产业联盟、中国生物多样性保护与绿色发展基金会、污染场地安全修复技术国家工程实验室(筹)联合主办,是继2008年、2010年、2012年、2014年四届修复论坛后,环境修复产业的又一次行业盛会。



山东省济南市环境中心站日前联合省环境监测中心站开展了全省土壤环境质量监测样品采集工作。图为监测人员正在采集土壤样品。  
张福全  
桑志朋摄