

环保措施对土壤质量的影响研究

王 童

天津市环境科学学会 天津 300191

摘 要：土壤作为地球生命支持系统的关键要素，其质量状况深刻影响着生态平衡、粮食安全与人类福祉。在人类活动加剧导致土壤退化与污染问题日益突出的背景下，环保措施的实施对于土壤质量的改善与维护具有不可替代的作用。本文深入剖析了物理、化学、生物等多元环保措施对土壤质量的复杂影响机制，揭示了环保措施在提升土壤肥力、修复污染土壤、重塑土壤生态功能等方面的作用路径与成效。同时，探讨了环保措施实施过程中面临的挑战与应对策略，旨在为构建科学、系统、可持续的土壤保护体系提供理论支撑与实践参考。研究表明，综合运用多种环保措施，能够实现对土壤质量的全方位提升，促进土壤生态系统的健康与稳定。

关键词：环保措施；土壤质量；生态修复；可持续发展；综合治理

1 引言

土壤是覆盖地球陆地表面的疏松物质层，是植物生长基质、生物栖息地和物质循环关键环节，具有维持生态平衡、保障农业生产和调节气候等生态服务功能，是人类生存发展的物质基础。但工业化、农业集约化和城市化使土壤面临巨大压力。联合国环境规划署报告显示，全球约33%的土壤出现中度到高度退化，土壤污染、退化、侵蚀等问题加剧，威胁生态系统稳定、粮食安全和人类健康。在此形势下，实施有效环保措施改善和保护土壤质量，成为全球环保核心议题。环保措施包括物理、化学、生物技术手段及政策法规、管理策略等，旨在减少污染源、修复受损土壤、恢复生态功能，实现土壤资源可持续利用。探究环保措施对土壤质量的影响，有助于理解土壤生态系统响应机制，为制定土壤保护政策和技术方案提供依据。

2 土壤质量的内涵与多维评价

2.1 土壤质量的生态学内涵

土壤质量非单一维度概念，是土壤物理、化学和生物特性及其相互作用综合体现。生态学上，它反映土壤维持生态系统生产力、动植物健康，且不发生土壤退化等生态环境问题的能力，关注土壤为植物生长提供养分等能力，以及在生态过程中的作用和对环境变化的适应、缓冲能力^[1]。如健康土壤能通过微生物分解作用转化有机物质为养分，调节土壤水分和温度。

2.2 土壤质量的多维评价指标体系

构建多维评价指标体系可全面准确评估土壤质量，通常包括：

物理指标：如土壤质地、结构、孔隙度、容重等。土壤质地指不同粒径颗粒组成比例，有砂土、壤土和

黏土，各有特性。土壤结构影响孔隙度、通气性和透水性，良好团粒结构土壤孔隙度可达50%-60%，结构破坏的可能低于30%。土壤容重一般正常在1.0-1.5g/cm³之间，过大不利于根系生长和气体交换。

化学指标：包括土壤pH值、有机质含量、养分含量、重金属含量等。土壤pH值影响养分有效性和微生物活性，多数植物适宜在6.0-7.5之间生长。土壤有机质是肥力重要基础，高产农田有机质含量应在2%以上，我国部分地区普遍低于1.5%。养分含量影响植物生长和产量，如有效氮含量每增1mg/kg，小麦产量可能提高5%-10%。重金属含量是评估土壤污染关键指标，我国有相关标准规定风险筛选值和管制值。

生物指标：土壤微生物多样性、酶活性、生物量等是衡量土壤生物活性和生态功能重要参数。土壤微生物在物质循环等过程中起关键作用，健康土壤微生物种类可达数千种，微生物量碳含量一般在100-1000mg/kg之间。土壤酶活性如脲酶等参与养分转化过程。

3 物理环保措施对土壤质量的深度影响

3.1 深耕深松：重塑土壤物理结构的引擎

深耕深松作为一种传统的物理改良措施，通过机械作用打破土壤板结层，增加土壤孔隙度，改善土壤的通气性和透水性。这一过程不仅有利于根系的伸展和生长，提高植物对水分和养分的吸收效率，还能促进土壤微生物的活动和有机质的分解。从土壤物理学角度来看，深耕深松改变了土壤的颗粒排列和孔隙分布，形成了更为合理的土壤结构，增强了土壤的抗侵蚀能力和水分保持能力。研究表明，在黄土高原地区进行深耕深松试验，深耕深度达到30-40cm时，土壤孔隙度可提高10%-15%，土壤容重降低0.1-0.2g/cm³。长期实施深耕深松措

施能够显著提高土壤有机质含量和微生物量碳。例如,在东北黑土区连续10年进行深耕深松,土壤有机质含量平均每年增加0.05%-0.1%,微生物量碳含量提高20%-30%。深耕深松还能促进土壤养分的循环和转化,使土壤中的有效氮、磷、钾含量分别提高10%-20%、8%-15%和12%-18%,从而提升土壤肥力。

3.2 覆盖保墒:构建土壤微生态的屏障

覆盖保墒技术利用秸秆、地膜、生物降解材料等覆盖土壤表面,形成一层保护屏障。这一措施具有多重生态效应:首先,它可以减少土壤水分蒸发,保持土壤湿度,提高水分利用效率,特别是在干旱和半干旱地区,覆盖保墒对于保障作物生长至关重要。研究表明,在华北平原小麦种植区,采用秸秆覆盖措施,土壤水分蒸发量可减少30%-40%,土壤含水量提高5%-10%,小麦产量增加10%-15%。其次,覆盖物可以抑制杂草生长,减少杂草与作物争夺养分和水分。例如,地膜覆盖可使杂草生长量减少80%-90%,从而为作物生长创造更有利的环境^[2]。此外,覆盖物在分解过程中能够增加土壤有机质含量,改善土壤结构,为土壤微生物提供丰富的碳源和能源,促进微生物的繁殖和活动,进而形成良好的土壤微生态环境。不同类型的覆盖材料对土壤质量的影响存在差异,例如,秸秆覆盖能够增加土壤有机质和养分含量,每亩每年覆盖1000kg秸秆,可使土壤有机质含量提高0.05%-0.1%,有效氮含量增加5-10mg/kg。而生物降解地膜则在保持土壤水分的同时,减少了传统地膜对土壤环境的污染,其降解产物还能为土壤提供一定的养分。

4 化学环保措施对土壤质量的精准调控

4.1 化学肥料与有机肥料的协同施用:平衡土壤养分供需

化学肥料以其养分含量高、肥效快的特点,在现代农业生产中发挥着重要作用。然而,长期单一施用化学肥料会导致土壤养分失衡、土壤酸化、板结等问题,影响土壤质量。据调查,我国部分地区农田土壤因长期过量施用化学肥料,土壤pH值平均每年下降0.05-0.1,土壤板结率达到30%-40%。与之相比,有机肥料富含有机质和多种养分,能够改善土壤结构,增加土壤保水保肥能力,促进土壤微生物的生长和繁殖。因此,将化学肥料与有机肥料协同施用,可以实现养分的精准供应和土壤质量的综合提升。通过合理配比化学肥料和有机肥料的施用量和施用时间,能够满足作物不同生长阶段的养分需求,同时避免养分的浪费和环境污染。研究表明,在水稻种植中,采用有机无机肥配施(有机肥与化肥施用比例为3:7),与单施化肥相比,土壤有机质含量提高

0.1%-0.2%,土壤有效磷含量增加10-15mg/kg,土壤速效钾含量提高15-20mg/kg,水稻产量增加8%-12%,且稻米品质得到显著改善。在蔬菜种植中,有机无机肥配施可使土壤微生物量碳含量提高30%-40%,土壤酶活性增强20%-30%,有效减少蔬菜病虫害的发生,提高蔬菜的产量和品质。

4.2 土壤改良剂:修复污染土壤的化学钥匙

对于受重金属、有机污染物等污染的土壤,土壤改良剂的应用提供了一种有效的化学修复途径。土壤改良剂通过与污染物发生化学反应,改变污染物的化学形态,降低其生物有效性和迁移性,从而达到修复土壤的目的。例如,磷酸盐类改良剂可以与土壤中的重金属离子(如铅、镉等)形成难溶性的磷酸盐沉淀,固定重金属,减少其在土壤中的移动性以及对植物的毒性^[3]。研究表明,在受镉污染的土壤中添加1%-2%的磷酸二氢钙,可使土壤中水溶态镉含量降低60%-70%,有效降低镉对作物的危害。石灰类改良剂能够提高土壤pH值,使重金属离子生成氢氧化物沉淀,同时改善土壤的酸碱平衡。在酸性土壤中施用石灰,当土壤pH值提高1个单位时,土壤中重金属的活性可降低30%-50%。有机改良剂如腐殖酸、生物炭等,具有较大的比表面积和丰富的官能团,能够吸附和固定土壤中的有机污染物和重金属,增强土壤的自净能力。生物炭是由生物质在缺氧条件下热解制成的,其比表面积可达200-400m²/g。研究表明,在受多环芳烃污染的土壤中添加5%-10%的生物炭,可使土壤中多环芳烃的降解率提高20%-30%,同时降低重金属的生物有效性。不同类型的土壤改良剂适用于不同的污染类型和土壤条件,因此,在实际应用中需要根据具体情况进行选择和优化。

5 生物环保措施对土壤质量的生态修复

5.1 植物修复:绿色修复先锋

植物修复利用植物生命活动去除、稳定或降解土壤污染物,分植物提取、稳定和降解三种类型。植物提取利用超积累植物吸收重金属并转移至地上部,收获地上部分去除重金属。如蜈蚣草对砷有超积累能力,种植3-5年可使土壤砷含量降30%-50%;东南景天对锌、镉有超积累特性,在相关污染土壤修复中有潜在价值。植物稳定通过根系活动固定重金属,降低其生物有效性和迁移性。如黑麦草根分泌物质与重金属形成络合物,种植它可使受铜污染土壤水溶态铜含量降40%-50%。植物降解针对有机污染物,利用植物分泌的酶或根际微生物将其分解。如柳树能分泌酶降解多环芳烃,种植后土壤多环芳烃含量可降20%-30%。植物修复成本低、环境友

好,但周期长、受限制,需结合其他技术。

5.2 微生物修复:土壤隐形工程师

土壤微生物在物质循环等过程中作用关键。微生物修复利用土著或外源功能微生物加速污染物降解或转化,恢复土壤生态功能。对有机污染土壤,降解菌分泌酶将有机污染物分解为无机物。如假单胞菌能高效降解石油烃,接种后土壤石油烃降解率可达60%-70%。对重金属污染土壤,微生物通过生物吸附等改变重金属形态,降低毒性^[4]。如硫酸盐还原菌在受镉污染土壤中可使水溶态镉含量降50%-60%。微生物修复关键是筛选培育高效菌株、优化生长环境,还可与植物修复结合,形成联合修复体系,提高修复效率20%-30%。

6 环保措施实施中的挑战与未来展望

6.1 实施挑战

尽管环保措施在改善土壤质量方面具有显著成效,但在实际实施过程中仍面临诸多挑战。技术层面,部分环保措施的技术成熟度有待提高,如某些重金属污染土壤的修复技术成本高、效率低,难以在大面积污染土壤中推广应用;资金层面,土壤污染防治需要大量的资金投入,包括修复技术研发、设备购置、工程实施等,目前资金短缺是制约环保措施广泛实施的重要因素;管理层面,土壤污染防治涉及多个部门和领域,存在职责不清、协调不畅等问题,影响了土壤污染防治工作的整体效能。

6.2 未来展望

面对挑战,未来环保措施的实施应朝着以下几个方向发展:一是加强技术创新,加大对土壤污染修复技术的研发投入,突破关键技术瓶颈,提高环保措施的技术水平和实施效率;二是拓宽融资渠道,建立多元化的融资机制,吸引社会资本参与土壤污染防治,为环保措施

的实施提供充足的资金保障;三是完善管理体制,加强部门之间的协调与合作,建立健全土壤污染防治的长效管理机制,提高土壤污染防治工作的系统性和协同性;四是强化国际合作,借鉴国外先进的土壤保护经验和科技,共同应对全球性的土壤污染问题,推动全球土壤质量的改善和保护。

结语

环保措施对土壤质量的影响是一个复杂而多元的过程,涉及物理、化学、生物及政策法规等多个层面。通过综合运用物理改良、化学调控、生物修复等多元环保措施,能够有效改善土壤的物理结构、化学性质和生物活性,提升土壤肥力,修复污染土壤,重塑土壤生态功能,从而实现土壤质量的全方位提升。然而,环保措施的实施也面临着技术、资金、管理等方面的挑战。未来,需要进一步加强技术创新、完善管理体制、拓宽融资渠道,推动环保措施的科学、系统、可持续实施,为保障土壤生态安全、促进农业可持续发展和人类健康福祉奠定坚实基础。

参考文献

- [1]吕能标.基于环保理念的绿化规划设计中的土壤保护技术[J].皮革制作与环保科技,2024,5(05):60-62.
- [2]杨婧.环保法视野下的土壤污染防治对策[J].山西化工,2023,43(01):236-238.
- [3]郭静.农村土壤污染与地下水环境关联及环保协同策略[J].乡村科技,2024,15(19):133-135.
- [4]黄培民,王海燕.简析土地利用规划中土壤污染防治的困境与环保对策[J].皮革制作与环保科技,2023,4(17):108-109+115.