

农业生产方式对土壤肥料的主要影响及对策探析

孙翊凯

锦州市农业农村综合服务中心（锦州市植物保护中心） 辽宁 锦州 121000

摘要：农业生产方式深刻影响着土壤肥料的健康状况，科学优化农业生产方式迫在眉睫。本文聚焦农业生产方式对土壤肥料的负面影响，指出化肥滥用、单一化种植、高强度耕作导致土壤理化性质恶化、养分失衡、结构破坏等问题，并引发土壤生物活性衰减、水土资源利用效率降低、农产品质量安全风险累积等生态链式反应。提出构建有机-无机协同养分管理体系、推行多元化种植与生态耕作模式、强化土壤健康监测与生态修复、完善政策支持与技术推广体系等优化对策。

关键词：农业生产方式；土壤肥料；主要影响；对策探析

引言

土壤肥料是农业生产的基石，其质量直接影响农作物产量与品质。然而，当前农业生产方式存在诸多不合理之处，给土壤肥料带来诸多负面影响，导致土壤退化、生态失衡、农产品质量下降等一系列问题。这些问题不仅威胁农业可持续发展，还关乎国家粮食安全与生态环境稳定。因此，深入分析农业生产方式对土壤肥料的影响，并探寻有效的优化对策具有重要的现实意义。

1 农业生产方式对土壤肥料的负面影响

1.1 化肥滥用导致土壤理化性质恶化

现代农业中化学肥料的高强度使用已成为土壤退化的核心诱因。长期过量施用氮肥会打破土壤碳氮平衡，加速有机质分解，导致土壤团聚体结构破坏，大团聚体向小团聚体转化，最终引发土壤板结^[1]。华北平原部分地区因连续十年高氮施肥，土壤容重增加，总孔隙度下降，透气性降低。磷肥的过度投入则通过与钙、铁等元素结合形成难溶性化合物，降低有效磷含量，同时导致土壤酸化。南方酸性土壤区因长期施用硫酸铵、过磷酸钙等酸性肥料，pH值普遍低于5.5，造成铝、锰等重金属活化，抑制作物根系生长。化肥残留还通过改变土壤微生物群落结构加剧退化。氮肥的富集会降低土壤微生物多样性，抑制固氮菌、解磷菌等有益菌群活性，同时促进硝化细菌繁殖，加速氮素流失。研究表明，长期施用氮肥的农田中，真菌与细菌比值下降，放线菌门丰度降低，导致有机质分解能力减弱。此外，化肥中的重金属杂质（如镉、铅）在土壤中累积，通过食物链传递威胁农产品安全。

1.2 单一化种植引发养分失衡与连作障碍

规模化种植模式下，单一作物长期连作导致土壤养分定向消耗。例如，玉米连作区因持续吸收大量氮、钾元素，造成土壤中速效氮含量下降，而磷素因固定作用逐渐积累，形成“缺氮富磷”的失衡状态。豆科作物连作则因自身固氮特性导致土壤氮素过剩，抑制其他养分吸收。这种养分单向流动还伴随微生物群落单一化，有益菌群减少，病原菌滋生，形成连作障碍。种植结构单一化还削弱了土壤生态系统的自我调节能力。不同作物根系分泌物的差异原本可维持土壤微生物多样性，但单一作物种植使根系分泌物类型趋同，导致特定微生物种群过度繁殖，破坏生态平衡。例如，设施黄瓜连作区因根系持续分泌酚酸类物质，抑制有益菌生长，诱发根结线虫病爆发，土壤酶活性下降。

1.3 高强度耕作破坏土壤结构与缓冲能力

传统翻耕作业通过机械扰动破坏土壤团聚体结构，加速有机质矿化。研究表明，频繁翻耕使土壤大团聚体含量降低，微团聚体比例上升，导致土壤保水保肥能力下降。在黄土高原地区，长期翻耕使土壤容重增加，入渗率降低，暴雨季节易形成地表径流，引发水土流失。免耕技术虽可减少机械扰动，但长期实施可能导致耕层变浅^[2]。北方旱作区免耕十年后，0-20cm土层厚度增加，但20-40cm土层紧实度上升，根系下扎受阻。此外，秸秆覆盖不当（如覆盖量过大或覆盖时间过长）会阻碍土壤与大气气体交换，抑制微生物活性，导致有机质分解缓慢。

2 土壤肥料退化的生态链式反应

2.1 土壤生物活性衰减与功能退化

土壤微生物堪称养分循环的核心驱动力量，一旦其

活性衰退,土壤功能必然弱化。化肥的滥用是导致这一问题的关键因素之一,它使得土壤中的碳源大幅减少,微生物生物量碳随之下降,固氮、解磷等关键功能基因的丰度也显著降低。以长期施用化肥的稻田为例,固氮菌的丰度明显减少,原本依赖固氮菌获取的氮素供应,如今不得不高度依赖化肥投入,进而形成了一种恶性循环,进一步破坏了土壤生态平衡。蚯蚓等土壤动物同样遭受着严重威胁。由于栖息环境不断恶化,土壤板结现象日益严重,农药残留问题也愈发突出,蚯蚓等土壤动物的数量急剧锐减。而蚯蚓等动物在土壤中有重要的生态作用,它们通过翻土、造穴等行为,能够改善土壤结构,增加土壤透气性。如今这些行为减少,无疑进一步加剧了土壤的紧实度,使得土壤更加不利于植物生长和微生物活动。土壤酶活性作为衡量土壤生物活性的重要指标,在退化土壤中呈现出显著降低的趋势。脲酶、磷酸酶等参与养分转化的关键酶,其活性下降直接导致有机质分解速率减缓,有效养分的释放受到严重阻碍。

2.2 水土资源利用效率降低

土壤结构的破坏对水土资源利用效率产生了极大的负面影响。土壤结构受损后,其水分入渗能力大幅下降,导致地表径流显著增加。在坡耕地这一现象尤为明显,土壤侵蚀模数大幅升高,每年都会有大量表土流失,而这些流失的表土中带走了丰富的养分,进一步加剧了土壤肥力的下降。土壤保水能力的减弱使得灌溉用水效率大幅降低。以北方冬小麦区为例,其灌溉水利用系数远低于发达国家水平。这意味着在灌溉过程中,大量的水资源被浪费,无法有效被作物吸收利用。在养分流失方面,退化土壤中氮素淋失量显著增加,磷素径流损失率也不断上升。这些流失的氮、磷等养分进入水体后,极易引发水体富营养化,对水生态环境造成严重破坏,影响水生生物的生存和水资源的可持续利用。

2.3 农产品质量与安全风险累积

土壤退化对农产品质量与安全构成了严重威胁,这种威胁主要通过影响养分供应来实现。在缺素土壤中,作物由于无法获得充足的必需营养元素,极易出现各种生理性病害。例如,缺锌会导致水稻出现“僵苗”现象,植株生长缓慢、矮小,叶片发黄;缺硼则会引发油菜“花而不实”,油菜只开花不结果,严重影响产量。此外,重金属污染土壤对农产品质量安全的危害更为严重^[3]。在重金属污染的土壤中生产的粮食、蔬菜,其重金属超标率显著升高。这些重金属通过食物链进入人体后,会在人体内积累,对人体健康造成潜在威胁,引发各种疾病。农药残留问题同样不容忽视,长期大量使用

化学农药使得土壤中有有机氯、拟除虫菊酯类农药的检出率居高不下。

3 农业生产方式优化对策

3.1 构建有机-无机协同的养分管理体系

推广“有机肥替代化肥”技术是提升土壤质量的核心路径。通过增施腐熟有机肥,可显著提高土壤有机质含量,改善土壤物理结构。畜禽粪便、秸秆等有机物料需经高温堆肥或厌氧发酵处理,杀灭病原菌和杂草种子,其产生的腐殖质能胶结土壤颗粒,形成稳定的团聚体结构。例如,东北黑土区连续五年实施秸秆还田后,土壤有机质含量提升0.3%-0.5%,容重降低0.1-0.2g/cm³,土壤保水保肥能力显著增强。有机肥与化肥配施需遵循“基肥为主、追肥为辅”原则,根据作物不同生长阶段的养分需求动态调整配比。在玉米种植中,基肥可施用有机肥与氮磷钾复合肥按3:1比例混合,大喇叭口期追施尿素作为补充。精准施肥技术是减少化肥浪费的关键手段。利用土壤养分快速检测仪可实现5分钟内获取氮、磷、钾含量数据,结合叶绿素仪监测作物长势,通过作物生长模型动态调控施肥量。在华北小麦-玉米轮作区,采用测土配方施肥技术可使氮肥利用率提高15%-20%,减少面源污染风险。新型肥料的应用进一步提升了养分利用效率:缓控释肥通过包膜技术将养分释放周期延长至90-120天,与玉米生长周期高度匹配;水溶肥配合滴灌系统实现养分直达根系,肥料利用率可达60%以上。

3.2 推行多元化种植与生态耕作模式

轮作休耕制度能有效打破养分单向消耗链条。建议构建“禾本科-豆科”轮作体系,利用豆科作物根瘤菌固氮特性补充土壤氮素,同时通过作物多样性减少病虫害发生。在南方稻区推广“水稻-紫云英”轮作模式,紫云英翻压后可为后茬水稻提供40-60kg/ha的氮素,减少30%的化肥用量。休耕期间种植苕子、田菁等绿肥作物,其固氮量可达80-100kg/ha,同时增加土壤有机质0.2%-0.3%。保护性耕作技术通过减少机械扰动维护土壤结构。免耕播种结合秸秆覆盖可使土壤水分蒸发量降低30%-40%,入渗率提高20%-25%。在西北旱作区,采用“免耕+覆盖”技术可使0-20cm土层含水量增加2-3个百分点,玉米产量提升15%-20%。深松耕作可打破犁底层,促进根系下扎,建议每3-5年深松一次,深度控制在30-40cm,避免过度深耕导致土壤结构破坏。

3.3 强化土壤健康监测与生态修复

建立覆盖全国的土壤质量监测网络是科学管理的基

础。通过在主要农业区布设长期监测点,定期采集土壤样本检测 pH、有机质、全量养分等 12 项核心指标,利用地理信息系统(GIS)技术绘制 1:5 万比例尺土壤质量分布图,精准识别退化区域。在东北黑土区,监测发现 20% 的耕地存在中度侵蚀,据此划定重点修复区实施秸秆覆盖还田工程。针对不同退化类型实施精准修复方案:对酸化土壤($\text{pH} < 5.5$)施用石灰质物质,每亩用量根据酸化程度调整;盐渍化土壤采用“暗管排盐+生物改良”技术,在华北平原通过埋设暗管使地下水位降低 0.8-1.2 米;重金属污染土壤种植超积累植物,如湖南矿区种植蜈蚣草可使砷含量降低 40%-60%^[4]。生物修复技术通过引入功能微生物或植物改善土壤环境。根瘤菌剂在豆科作物上的应用可使固氮效率提升 20%-30%,解磷菌剂可活化土壤中 30%-50% 的难溶性磷。蚯蚓养殖技术通过蚯蚓吞食-排泄过程促进有机质矿化,在设施蔬菜种植区引入蚯蚓后,土壤容重降低 0.1-0.2g/cm³,有机质含量提高 0.3%-0.5%。间作芳香植物如薄荷、罗勒可释放挥发性物质抑制土传病原菌,在黄瓜-薄荷间作体系中,枯萎病发病率降低 25%-30%。

3.4 完善政策支持与技术推广体系

构建多层次的土壤保护激励机制。将有机肥施用、轮作休耕等措施纳入农业补贴范畴,对连续三年实施秸秆还田的农户给予每亩 50 元奖励,对采用“禾本科-豆科”轮作的合作社提供设备购置补贴。建立耕地生态补偿制度,在长江经济带实施“退渔还田”补偿标准,对生态脆弱区退耕农户发放补助。加强农业技术推广服务能力建设。组建由农技推广员、科研人员、企业技术人员构成的“三位一体”服务团队,在县域层面设立土壤健康技术指导站,提供从检测到修复的全链条服务。开发智能化技术推广平台,集成土壤养分速测、施肥方案生成、农事记录等功能,通过手机 APP 实现农户与专家

的实时互动。在山东寿光蔬菜基地试点“智慧农技”服务,使测土配方施肥技术到位率提升至 90%。创新技术推广模式提升农户参与度。建立“科技小院+示范基地+农户田校”三级推广体系,在东北平原建设科技小院,由研究生驻点开展土壤改良试验,通过示范田展示有机无机配施效果,组织农户参与田间学校培训^[5]。实施“土壤健康管家”服务制度,由合作社或农业企业为农户提供土壤检测、配方制定、施肥指导等一站式服务,使新技术覆盖率年均提升 10-15 个百分点。

结语

农业生产方式对土壤肥料的影响是多方面的,负面效应已逐渐显现。通过构建有机-无机协同的养分管理体系、推行多元化种植与生态耕作模式、强化土壤健康监测与生态修复以及完善政策支持与技术推广体系等对策,可有效改善土壤肥料状况,提升土壤质量,促进农业可持续发展。未来,需持续关注农业生产方式变革,不断优化对策,以保障农业生态系统的健康与稳定。

参考文献

- [1] 陈建芳. 农业可持续发展中的土壤肥料问题与对策 [J]. 农家科技, 2024(32):190-192.
- [2] 左光华, 杨云, 彭春娥. 农业可持续发展中的土壤肥料问题与对策 [J]. 河北农机, 2024(3):133-135.
- [3] 赵欢. 根系有机肥料与化学肥料对土壤培肥的作用 [J]. 花卉, 2024(18):193-195.
- [4] 余琼阳, 李婉怡, 张宁, 赵玲, 王月梅, 宋家音, 马文亭, 张光华, 董荷玲, 於维维, 滕应, 骆永明, 沈仁芳. 农田土壤重金属污染现状与安全利用技术研究进展 [J]. 土壤, 2024, 56(2):229-241.
- [5] 胡艳. 农田污染对农产品质量安全的影响及综合治理策略研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 农业科学, 2024(10):199-204.