

土壤健康管理的目标重塑及实现路径

□ 王 宾 赵朋飞

[摘要]推进土壤健康管理,既是铸牢土壤本体安全、产出优质健康农产品的现实需要,也是实现农业绿色发展和推动人与自然和谐共生的现代化的必然选择。在系统梳理文献的基础上,提出了土壤健康的概念和内涵特征,指出中国土壤健康管理的目标重塑要以完善土地产权制度的产权目标为基础,通过强化生物多样性保护的生态目标意识,最终实现农业绿色可持续发展的根本目标,并着重阐释了中国土壤健康管理面临着理念认知不到位、制度设计不完善、资源禀赋弱和技术难突破等现实困境。从战略上提前谋划中国土壤健康管理、理念上树立全要素土壤健康管理意识、模式创新上倡导用养结合,以及强化科技支撑、加强制度保障等五个方面探讨了实现路径。

[关键词]土壤健康;内涵特征;目标重塑;路径选择;统筹发展和安全

[中图分类号]F223 [文献标识码]A [文章编号]1006-6470(2023)06-0048-10

[作者简介]王宾,中国社会科学院农村发展研究所、中国社会科学院生态环境经济研究中心副研究员;赵朋飞,西南交通大学公共管理学院讲师

新时代以来,中国大力推进生态文明和美丽中国建设,持续改善环境质量,有效管控了土壤污染风险,土壤环境安全得到了更好保障。党的二十大报告和2023年中央经济工作会议再次强调,要持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战。在此背景下,需要赋予土壤健康新的时代内涵,重塑土壤健康管理的目标,处理好土壤健康管理面临的困境,有效防范风险,统筹发展和安全。

一、问题的提出与文献综述

加强土壤健康管理,是世界范围内农业高质量发展面临的重大课题。土壤被认为是维持粮食生产、保护陆地生物多样性和改善生态环境的重要保障^①,只有健康的土壤才能够产出健康的食物,进而维系

动植物生存和促进生态可持续发展。从历史上看,人类从事农业生产的过程伴随着集约化水平和规模化种植的提升,化学农业对于满足不断膨胀的人口对日益增长的食物需求发挥了不可替代的作用。但是这一过程也不可避免地加重了土壤的负担,导致土壤有机质下降、土壤板结等问题,对生态环境和公共健康造成了破坏。联合国《2030年可持续发展议程》涵盖的17项可持续发展目标中涉及土壤16种服务功能,其中与土壤直接相关的有8项,间接相关的有5项。^②由此可见,维持土壤健康、确保土壤可持续利用,已经不仅仅是某一地区或国家关注的粮食安全问题,更成为世界各国保障国民生存和实现农业可持续发展的共识。^{③④}

推进中国土壤健康管理,是统筹发展和安全视

收稿日期:2023-11-15

本文系国家自然科学基金重大项目“统筹推进县域城乡融合发展的理论框架与实践路径研究”(项目编号:22&ZD112)、国家自然科学基金青年项目“农户偏好和行为反应影响农业新技术应用机制的实地研究”(项目编号:19CJY0038)的阶段性成果。

域下实现农业绿色发展的必然选择。中国农业相当长的一段时期内,在有限耕地上投入了大量的劳动和资金,虽然单位面积产出较高,但劳动边际收益却持续降低。^⑤同时,由于土壤作为脆弱性的非再生资源,虽然耕作方式的选用和科学技术的采纳已有效加强土壤污染源头防控,但是,中国土壤的利用长期处于用养失调状态,缺乏高效的健康管理。特别是在由传统农业向化学农业转变过程中,化肥农药的使用量和施用强度过高^⑥等生产行为,所带来的土壤板结酸化等区域性问题和农业面源污染等普遍性耕地环境破坏,已经严重制约了耕地可持续利用能力^⑦。倡导推进中国土壤健康管理,提高统筹发展和安全的能力,既要满足当前农业生产对土壤环境的依赖,更要守好生态环境保护的底线,以高水平的生态保护措施,推动土壤健康可持续利用。这是改变现有土壤状况总体不容乐观状况的必由之路,更将直接关系农产品质量和农业可持续发展。

围绕“土壤健康”(soil health)的概念、评价方法等,国内外学者作出了系统研究。美国土壤学家Doran和Zeiss较早将土壤健康定义为,土壤作为生命系统维持生物生产力、促进环境质量和维持作物和动物健康的能力。^⑧国际组织中,美国农业部(USDA)将其定义为土壤作为维持植物、动物和人类生存的重要生态系统的持续能力。^⑨联合国粮农组织(FAO)认为土壤健康是土壤作为一个生命系统,维持陆地生态系统生产力、生物多样性和环境服务的能力^⑩。欧盟(EU)将其定义为土壤对所有形式的生命持续提供生态服务功能的能力^⑪。中国《耕地质量等级》(GB/T33469—2016)中明确土壤健康是一个动态生命系统具有的维持其功能的持续能力。在选取土壤健康的评价指标方面,学术界聚焦物理指标、化学指标和生物学指标等评判土壤健康水平,具体涵盖土壤有机质、pH值、磷、钾、微生物生物量、病原菌种类、氮素矿化等^⑫。也有学者认为应该加入其他指标,如粮食产量^⑬、水质^⑭、生物多样性^⑮。在土壤健康评估框架方面,有美国的土壤管理评价框架(Soil Management Assessment Framework, SMAF)、土壤健康综合评价(Comprehensive Assessment of Soil Health, CASH)、康奈尔土壤健康试验(Cornell Soil Health Test, CSHT)、欧盟的Soil Navigator决策支持模型、新西兰SINDI(Soil Indicators)方法、中国的耕地土壤健康评价全流程研究框架^⑯等。其中,康奈尔

土壤健康试验得到广泛认可,其强调要更好识别农田特定的限制因素,以便选择最佳的土地管理办法,提高土壤生产力^⑰。但是,评估土壤健康本身是困难的,除了土壤质量的时空差异较大之外,还涉及多个指标的定量转换和加权,且指标值必须使用非线性关系进行转换,也就意味着并不是指标值越高,土壤越健康。学术界对土壤健康的相关概念、综合诊断评价、指标体系构建等尚未达成共识。然而,学者们普遍认为,土壤健康是农业可持续发展的根基,加强土壤健康管理是实现农业绿色生产的必要条件,更能充分保障土壤作为农业生态系统的再生能力^{⑱⑲⑳㉑}。

综上,现有文献多从土壤学、生态学的视角阐释土壤健康的监测与评价问题,为本研究提供了很好的研究基础。其实,从破坏土壤健康的因素来看,除了风蚀、水蚀等自然因素导致的土壤质地改变和土壤有机质的流失外,人为因素和制度设计对于保护和可持续利用土壤也至关重要,农民生活方式和农业生产方式的转变,都将在很大程度上决定土壤健康的程度和产能潜力。因此,加强土壤健康管理,有必要从制度设计上强化科学性和实效性,使所有土壤资源利用与保护的参与主体达到激励相容的效果。本研究基于土壤健康的概念及内涵特征,重塑土壤健康管理的目标,提出土壤健康管理亟待破解的困境,探索实现中国土壤健康管理的可行路径。

二、土壤健康的概念及内涵特征

关于土壤健康,特别是中国土壤健康的内涵,目前理论界尚未达成共识。厘清其概念边界和内涵特征,是高质量推进中国土壤健康管理的前提。

(一)概念界定

有学者将“土壤健康”与“土壤质量”(soil quality)的概念等同,但土壤质量侧重于与人类相关的生态系统服务,通常与土壤适宜于某一特定功能相联系,是指土壤在生态系统边界内维持作物生产力、保持环境质量和促进植物健康的能力^⑳。而土壤健康则范围更广泛、内涵更丰富,是土壤作为生命系统维持生物生产力、促进环境质量和维持作物和动物健康的能力^㉑。

中国土壤健康,既要应对世界各国土壤资源利用与保护的共性挑战,更应立足于中国情境体现特殊性。具体而言,是指通过完善的土地管理制度和合理的土壤保护措施,不断提高土壤肥力、加强生物

多样性保护、提升生态系统稳定性,进而满足植物、动物和人类的多元需求,并最终维护生态系统健康的可持续发展能力。其出发点应该立足于某一时段、某一地区的生产生活活动在资源环境承载能力范围之内,既满足当代种群对耕地产出能力和健康产品的基本需求,又不能对后代种群满足其需要的能力构成威胁。

(二)内涵特征

根据土壤健康的概念,本文认为土壤健康的内涵特征包括以下内容。

1.保证土壤本体健康

土壤健康要综合考虑土壤的物理、化学和生物特性,既具备优越的理化性状、稳定的土壤环境、可控的植物病虫害种群等特性,以确保作物全生命周期成长所需的养分和水分;又能够维持土壤肥力和自净能力,促进土壤生态系统的平衡,减少土壤侵蚀和水土流失的风险,进而满足农业绿色发展所需要的耕地数量和质量需求,维持农业可持续发展和农田生态系统稳定。

2.倡导科学高效管理

土壤健康要在尊重土壤自身特性和生态环境的前提下,将土壤健康管理纳入农田整治、粮食安全、环境保护等工作中统筹考虑,根据不同地域的土壤质量和作物需求,在制度设计上不断强化产权意识,激发土壤资源利用与保护的各主体参与耕地资源利用和提高土壤质量工作中;在生产方式上,倡导发展绿色循环农业,通过降低化学农药和化肥的施用强度、精细化实施保护性耕作、合理规划农田灌溉系统等手段,不断增强土壤有机质含量,使养分得到合理和循环使用,以最终改善土壤生态系统的功能,减缓土壤质量的下降。

3.维持生态系统平衡

土壤健康不仅要关注土壤本体的健康,更重要的是注重农田生态系统的综合管理,要充分认识到土壤是生物与环境相互间物质和能量交换的介质,能够有效维持生态系统的能量流动、物质循环和信息交换。土壤健康管理应该统筹考虑土壤、水资源、生物多样性之间的相互作用,优化生态系统内各要素之间的平衡,有效减缓生物多样性丧失,强调整个生态系统的稳定。

4.实现可持续性利用

土壤健康要以耕地持续产出能力和环境可持续

发展为根本目标,注重维持土壤质量的稳定性和农业生产的可持续性,倡导耕地节约集约高效利用,在充分保障当前农业生产需求的前提下,通过土壤监测、采样和分析等手段动态获取土壤信息,对造成土壤污染的原因等进行科学诊断和评估,及时提出土壤修复方案,确保土壤资源的永续利用,最终推动农业转型升级和可持续发展。

三、中国土壤健康管理的目标重塑

加强土壤健康管理,能够保证土壤生产投入与产出之间相平衡,使土壤生产力与资源承受力相适应。世界范围来看,土壤健康管理理念已经由传统的侧重于作物生产和人类健康,转变为土壤在农业绿色发展和生物多样性保护等方面的综合影响,并延伸至包括地球健康在内的更广泛的可持续目标^②。因此,中国土壤健康管理的目标重塑要以完善土地产权制度的产权目标为基础,通过强化生物多样性保护的生态目标意识,最终实现农业绿色可持续发展的根本目标。

(一)产权目标:从传统的土地用途管制到探索中国特色土地发展权配置与转移制度

由于中国土地实行社会主义公有制,土地权属管理的首要任务自然是维护和完善土地的社会主义公有制,农民集体经济组织或村委会集体拥有所有权,农民只是土地使用权的享有者。但是,由于集体土地所有权存在主体缺位、客体模糊不清的缺陷,导致耕地资源配置效率偏低。传统“土地征收+用途管制”的土地管理制度,在一定程度上将土地增值收益从农村土地的产权束中剥离,而农民并未从中获得应有补偿。

该目标重塑基于完善产权的视角,要求土壤健康管理强化制度保障。产权重塑的目标在于探索附着于土壤之上的土地发展权利(land development right, LDR)配置。既要实现运用市场机制对农民的土地承包经营权直接补偿,也要保证将土地增值收益留归集体,实现土地增值收益的公共分享^③。其实,土地发展权在理论上回答了“农民在土地征收过程中获得增值收益正当性”的问题,在制度架构上丰富了物权体系,有助于实现地权平等^④。中国虽然存在大量的土地发展权实践^⑤,如农地转为建设用地后进行再开发获取增值收益,但从法律上并未设置土地发展权,立法的缺位造成土地发展性利益分配不明^⑥。

新时期的土壤健康管理要不断丰富土地相关权利束,探索建立中国特色的土地发展权配置与转移制度,将土壤健康管理与土地发展权协同推进,以实现土地资源的高效利用。

(二)生态目标:从单一的维持生态系统平衡到强化生物多样性保护

土壤作为生物圈的重要组成部分,既具有维持粮食产出的农业生产功能,也具备生态服务功能,在维持生态系统功能中发挥着重要作用。当前学术界,特别是中国学者更多侧重于土壤理化性质的评价,相关生物指标较少,忽视了土壤对于强化生物多样性保护的重要性。事实上,土壤可以减少温室气体排放和提高土壤透气性,并通过控制侵蚀减少水土流失^⑨。世界范围来看,土壤中的生物多样性占地球生物多样性总量的25%以上。作为陆地生态系统最大的碳库,土壤中的碳含量是大气中的两倍,是所有生物碳含量的2—3倍^⑩,超过植被和大气的碳库之和,在调控全球碳循环和生物多样性保护中发挥重要作用^⑪。

该目标重塑基于维持土壤本体健康的视角,要求将生物多样性列入土壤健康的评价体系。土壤中存在大量的微生物、蠕虫等生物种群,是土壤生态系统的重要组成部分,对于土壤肥力的提升、土壤结构的优化和养分循环发挥着很大作用。多样性的生物种群能够提高土壤应对病虫害和环境变化的适应能力,有助于维持土壤生态系统的稳定性和提高土壤的抗逆性。推进土壤健康管理,就是要通过保护土壤中的生物多样性,减少土壤侵蚀,最终维护土壤的生态平衡和功能,实现土壤可持续发展。

(三)根本目标:从单纯的重视粮食产量到注重农业绿色可持续发展

土壤是陆地动植物生活的基质,为动植物生长提供了充足的养分和水分。中国农业从原始农业向传统农业,再到化学农业的转变过程中,土壤资源的合理利用与保护,为保障国家粮食安全奠定了坚实基础。但是,由于长期过度使用化学投入品,对土壤的结构和理化性质造成破坏,土壤酸化、土壤退化、土壤重金属污染等问题凸显,使得农产品质量和农业生产的生态基础遭受较大影响。当前阶段,中国农业发展正在由化学农业向生态农业转变,这是世界农业发展的必然趋势,更是人类正确处理人与自然和谐共生关系的深刻认知。而农业绿色发展的核

心,就是要从强调提高产量和降低能耗、物耗、劳动力成本拓展到包括土壤健康、农产品质量、生物多样性、生态系统服务等多目标的均衡^⑫。

该目标重塑基于保障土壤产出水平和土壤可持续利用的视角,要求土壤健康管理应该超越传统农业范畴,辩证看待现实发展与代际平衡之间的关系,正确处理确保粮食产量与质量安全、粮食生产可持续发展之间的关系。要意识到粮食产出仅是土壤功能的一部分,土壤资源应该在更广尺度、更多维度上发挥更大作用。之所以强调土壤资源的绿色和可持续利用,在于这是实现农业绿色转型的核心内容,对于助力农业绿色发展和确保人类永续生存至关重要,更将直接关系农业可持续发展进程。

四、中国土壤健康管理亟待破解的困境

尽管中国针对土壤污染防治工作出台了顶层设计,并在实践探索中取得了明显成效。但是,土壤健康作为较新的理念还没有受到足够关注,土壤健康管理仍然面临着理念认知不到位、制度设计不完善、资源禀赋弱和技术难突破等现实困境。

(一)土壤健康管理的战略规划和理念认知尚未建立

1. 缺乏全国层面土壤健康管理的战略规划

目前来看,中国缺乏土壤健康管理的顶层设计。相比而言,2021年11月17日,欧盟委员会发布《2030年土壤战略》(Soil Strategy for 2030)^⑬,提出欧盟到2050年实现土壤健康的愿景和目标,以及在2030年前采取的具体行动。与美国、欧洲等国家或地区由政府、企业、中介组织等多渠道维护土壤健康不同,中国土壤健康管理的相关理论研究、评价方法和技术体系构建等处于起步阶段,且土壤健康管理主要由政府实施,即便有生产经营主体或农户参与,也因存在信息不对称、产权不清晰等问题,缺乏必要的约束机制、激励机制、责任追究和惩罚制度,造成剩余索取权和剩余控制权的分割存在争议。

2. 不同主体对土壤健康管理的理念缺乏共识

土壤健康是近年来土壤学和生态学研究的热点,其内涵不仅包括作物产出能力、土壤环境保护水平,还包含食品安全及人类和动物健康。实践层面来看,基层政府方面,土壤健康管理存在恢复土壤地力的复杂性、长期性与发展地方经济短视效应之间不匹配的困境;农业生产经营主体方面,存在其通过

改善土壤质量进而获得更多更持续的粮食产出的收益,不能抵销其愿意为改善土壤地力而付出的成本之间的矛盾,由此造成各级政府、农业生产经营主体等参与土壤健康管理的积极性和主动性不高,也必然会在很大程度上导致资源的浪费和环境的恶化,更不利于农业生产的持续性和生态系统的稳定性。

3. 土壤生态价值和固碳潜力未得到充分重视

土壤作为生态系统的重要碳库,被公认为是成本最低、最具潜力、最易实现的载体。但是,一直以来,人们忽视了耕地的生态价值,大量盲目开垦耕地的行为,导致水土流失、土壤沙化、次生盐碱化等问题,破坏了耕地生态系统的平衡,造成社会福利的损失。土壤全要素价值的认知缺失,也在一定程度上导致土壤健康管理理念的推广和认知不够全面。其实,土壤的生态价值一直未嵌入耕地总体价值中,游离于经济价值和社会价值之外,也就导致耕地使用主体难以获取与土壤生态价值相关的收益,造成耕地利用的比较效益低。同时,与发达国家相比,中国耕地碳汇水平相对较低,全国层面的农业碳减排交易市场尚未建立,农业碳减排核算方法、交易规则、管理机制等也未统一,造成耕地的生态效益较弱,未能充分挖掘土壤固碳潜力,也就难以全面评估土壤健康水平。

(二) 维系土壤健康管理的农地产权权利束不完整

1. 农地权利束的不健全难以最大限度保障土壤健康管理效果

虽然中国在法律上承认农村土地归农民集体所有,但集体土地所有权主体的规定模糊导致所有权虚置^⑤,集体对土地的占用、使用、经营权利有限,与土地相关的处置权和支配权也多由政府支配,实质上剥夺了农民的收益权。而土地产权作为一种物权,是由土地所有权及其衍生出的占有权、使用权、收益权、转让权、抵押权等权益组成的权利束。中国规定承担土壤污染治理责任的主体包括土壤污染责任人、土地使用权人以及地方政府及其有关部门^⑥。但是,由于土壤污染具有滞后性,污染周期长且成因复杂,土壤污染责任人的认定难度较大,造成“企业污染、政府买单”的恶性循环。为了减少这种“搭便车”现象,就需要设置更明晰、更完整、更稳定的土地发展权,才能够从根本上调动农业生产经营主体保护土壤、参与土壤健康管理的积极性。

2. 土地经营权的不稳定诱导农业生产经营主体的短视行为

土地产权关系越明晰且稳定,其收益和责任关系就越明确,土地的使用就会越经济、效率越高。中国土地产权制度具有较强的行政色彩,使得财产关系在市场机制作用下缺乏稳定性。农村土地“三权分置”工作开展以来,所有权和承包权均已基本明确。但是,经营权的不稳定导致农业生产经营主体的管理措施、生产方式等不能形成稳定预期,难以采纳改善地力条件的绿色生产技术。这既造成了农业生产经营主体长期以低成本占用优质的耕地资源,又不利于土地生产力的提高和耕地质量的可持续利用^⑦。

(三) 数量趋紧且质量偏低的资源禀赋加剧了土壤健康管理的难度

1. 耕地数量呈现递减趋势,人均耕地面积低于世界平均水平

尽管中国实行了最严格的耕地保护制度和节约用地制度,但是,耕地利用一直处于供需不平衡状态,耕地数量也仍面临持续减少风险。特别是改革开放以来,由于建设用地征用、生态退耕、农业种植结构调整等原因,全国耕地、特别是优质耕地资源被不断侵蚀,耕地数量呈现逐年减少趋势。根据《中国统计年鉴》数据测算,新中国成立至2019年,中国粮食主销区耕地面积减少幅度最大,为31.58%,耕地减少面积总量已接近于江西全省的耕地面积;其次是粮食产销平衡区,耕地面积减少比例为8.35%,粮食主产区耕地面积减少比例相对较低,仅为1.87%。同时,从世界范围来看,中国人均耕地面积也远低于世界平均值。世界银行数据显示,2021年中国人均耕地面积仅为1.156亩,是世界平均水平的43.51%,相当于美国的16.22%,俄罗斯的9.09%,澳大利亚的6.33%,加拿大的7.70%。不断趋减的耕地资源必然威胁到粮食安全,也难以保证土壤可持续利用和满足农业长期发展的需要。

2. 耕地质量普遍偏低,中低产田面积比较大

当前中国耕地质量水平堪忧,给农业可持续发展带来长期隐患。农业农村部数据显示,2019年中国耕地质量平均等级为4.76,虽比2014年提高了0.35个等级,但处于1—3等级的优质耕地面积仅占耕地总面积的31.24%。同时,由于中国复种指数较高、重种轻养等原因,高强度的耕地利用透支了耕地

肥力,导致土壤质量下降,中低产田面积较大。《2019年全国耕地质量等级情况公报》数据显示,全国中低产田耕地面积接近7成,其中,青藏区、内蒙古及长城沿线区和黄土高原区的中低产田耕地面积占比已经超过85%。从时空变化来看,黄土高原区、甘新区、青藏区等东北地区 and 西北地区的高产田耕地从2014年至2019年下降明显,占比分别减少0.61个、8.37个和1.74个百分点。中低产田耕地负载能力和改造难度大,将成为今后土壤质量提升的重点。另外,中国耕地基础地力对作物产量的贡献率仅为50%左右,远低于高质量土壤的85%左右的比例,明显低于发达国家,成为作物高产品种潜力发挥的瓶颈^⑧。

3. 农药化肥施用强度持续高于国际警戒线

农药化肥的过量使用超过了耕地自身的承载能力,必然加剧土壤污染。中国实行“一控两减三基本”的农业面源污染治理目标以来,实现了农药、化肥使用总量和施用强度的“双下降”。但是,与国际警戒水平相比仍处于高位。2022年,中国化肥施用强度高达298.79千克/公顷,高于国际警戒线12.63%。另外,农药化肥的过量使用会加重有机污染和重金属污染等,此类污染在土壤中逐年累积,既破坏了土壤营养元素,又对农业生产带来潜在风险。

(四) 土壤环境质量不高且污染修复的关键技术尚未突破

1. 土壤污染修复技术短期内难以取得实质性突破

与大气污染、水污染不同的是,土壤污染具有一定的潜伏性、隐蔽性和难可逆性,在短时期内难以被识别^⑨。中国土壤污染修复技术的研发开始于2006年左右,由于专门从事土壤污染修复的人才梯队建设不合理、土壤修复领军企业缺乏等制约因素,导致土壤污染修复技术成本高且周期长。而且中国现有土壤污染的生物修复技术、物理修复技术和化学修复技术等大多数处于实验阶段,无论是土壤污染修复技术的研发力度,还是强度都相对落后于欧美发达国家,国际竞争力不强。

2. 土壤污染修复技术难以形成规模化和产业化应用

与发达国家相比,中国土壤污染修复装备严重不足,土壤污染防治资金短缺。财政部数据显示,“十三五”时期,中央财政安排土壤污染防治专项资金仅285亿元人民币,低于20世纪90年代美国用

于污染土壤修复近1000亿美元的投资。再加上中国土壤污染表现为多种有害物质共存的现状,导致在一些关键技术的研发和药剂使用上更具有复杂性,需要依赖进口,土壤修复技术的自主创新能力不强,难以形成土壤污染修复技术应用的产业化。

五、实现中国土壤健康管理的路径选择

推进中国土壤健康管理,正视中国正处于全面推进农业强国战略的关键时期,以及保障国家粮食安全艰巨任务的现实背景,准确把握发展和安全的辩证关系,处理好土壤资源利用与人类生产生活、社会经济发展之间的关系,走具有中国特色的土壤健康管理道路。

(一) 秉持战略思维,提前谋划中国土壤健康管理

1. 科学论证中国土壤健康管理中长期规划

土壤健康正逐渐成为美国、欧盟等发达国家在耕地保护领域研究和创新计划的重要任务,并形成了较为科学的土壤健康评价标准,构建了较为完善的土壤健康技术体系。中国关于土壤健康的理论、方法和技术体系的研究尚未起步,与之相匹配的实践更不多见。国家做好全国土壤健康管理的顶层设计,提前谋划和部署中国土壤健康管理工作,制定中国土壤健康管理中长期发展规划、中国土壤健康管理实施方案等,对土壤健康管理的评估方法、技术体系、路线图等进行顶层设计,为全球土壤健康管理提供中国方案。

2. 探索形成中国土壤健康评估方法

中国地跨五个气候带,土壤类型复杂多样,构建土壤健康评价指标时,充分吸收发达国家有关土壤健康评估的经验,结合中国情境,注重因地制宜,兼顾共性指标和个性指标的统一,赋予不同土壤类型差异化的土壤健康标准,探索更适宜中国国情的土壤健康评估方法,形成具有中国特色的土壤健康构建模式和评价技术,以寻找更加精准的土壤修复技术和土壤健康管理方案,为改善土壤健康提供科学依据和技术支撑。

(二) 坚持理念引领,树立全要素土壤健康管理意识

1. 拓宽公众对土壤多元价值属性的认知边界

土壤不仅能够为植物生长提供养分和水分,还是陆地生态系统的重要组成部分。然而,社会各界

对土壤的生态价值认知并不深入,公众普遍认为土壤是农业生产的基础,其农业生产价值和社会经济价值显而易见。但是,土壤作为耕地生态系统的重要组成部分,在维持生物多样性和生态系统平衡过程中所产生的生态价值并未得到充分重视。因此,拓宽公众对土壤多元价值的认知,充分认识到土壤的生态价值属性,加强对不同生态区域、不同生产方式下的土壤固碳机理研究,种植能够取得固碳效果好的作物,巩固和提升耕地系统的碳汇能力,以更好维护耕地生态健康。

2. 开展土壤健康相关的科普宣传

国家在全国范围内开展耕地资源保护与土壤污染防治教育活动,采用更易于接受的宣传方式,印制土壤健康相关的科普宣传资料,向公众普及土壤健康管理的常识和应对措施,通过开展土壤健康日(周)等主题活动,利用电视、广播、互联网等各类媒体平台,组织专家学者或专业人员举办讲座、培训、互动体验等活动,加大土壤健康科普宣传力度,开展全民耕地保护教育,使公众充分认识到土壤健康的重要性,认识到保障土壤健康实质上是保障农产品质量安全以及人类健康的根本,提高维护土壤健康的主动性和自觉性。

(三) 倡导用养结合,确保土壤资源健康可持续利用

1. 推广绿色循环农业

发展绿色循环农业,既能够改善土壤质量,也将在很大程度上促进各产业之间的融合。国家要制定绿色循环农业生产标准,给予采纳绿色循环农业生产的经营主体一定的财政和税收支持,用于其改变传统种植模式,走生态、高效、绿色的现代农业发展之路。同时,建立绿色循环农业示范基地,展示绿色循环农业生产的先进技术和生产模式,推广绿色循环农业理念。此外,继续降低农药、化肥使用量和施用强度,推广有机肥料、生物农药等绿色农业技术,加大测土配方施肥、水肥一体化、生物防治技术的推广应用,降低农业生产对化肥农药的过度依赖,进一步支持和引导农业绿色转型发展。

2. 倡导耕地轮作休耕制度

长期以来,中国绝大部分的耕地一直处于耕作状态,并保持着较高的复种指数。休耕轮作既能够改善土壤微生物群落结构和活性,也可以提高土壤有机质含量。国家在守住粮食安全底线任务的前提

下,扩大轮作休耕制度省级试点范围,对采用轮作休耕制度的生产经营主体给予一定的政策或补贴激励,使其加快形成轮作休耕组织方式,降低耕地开发利用强度。鼓励各省自主开展省级耕地轮作休耕制度试点工作,因地制宜选取节本降耗、地力培肥的轮作休耕技术,进一步优化种植业结构,形成一批可复制可推广的模式。

3. 稳步推进高标准农田建设

国家根据区域发展现状及土地利用规划,优化高标准农田建设的空间布局,推进“小块并大块、多块变一块”的调整制度,探索“确权不确界,到册不到户”的“一村一片田”土地整理模式,实现耕地集中连片经营。鼓励生产经营主体根据土壤养分状况和作物需求,采用科学的耕作措施,加强土壤肥力管理。通过加强农田水利基础设施建设,采用科学的节水灌溉技术,减少土壤盐碱化和土壤侵蚀,避免过度灌溉和水分过量蒸发,提高土壤可持续利用能力。

(四) 强化科技支撑,依靠创新增强土壤健康管理水平

1. 注重专业人才培养

国家在高等院校、科研机构加大土壤健康管理的理论研究,支持和鼓励专业人才进行土壤健康管理的科研创新工作,为专业人才提供系统培训和科研经费;设立土壤健康管理领域的专业人才激励计划或国家重大专项课题,力争形成具有国际竞争力的研究团队。同时,通过搭建行业内的专业交流平台,促进国内外专业人才之间的交流与合作,提升整体科研能力和专业水平。

2. 解决土壤污染修复关键技术的“卡脖子”问题

国家在维护生态安全的前提下,借鉴国外先进经验和先进技术,鼓励产学研合作成果的转化和产业化,加大土壤污染修复关键技术研究,支持土壤污染修复技术的推广应用,依靠科技创新增强土壤健康管理水平,制定国家级土壤修复标准,探索更加经济实用的土壤污染治理与修复方法,找到影响土壤健康的关键障碍因子,以寻找土壤多功能性形成机制和驱动机制。

3. 搭建全国土壤健康管理系统

国家搭建全国土壤环境质量动态监测平台,形成集区域发展规划、农户基本信息、土壤基础资料、生态风险评估、农产品质量回溯等为一体的资料库,通过建立信息共享平台,实现监测机构、科研院所、

政府部门之间的数据共享,提高数据利用效率,以更精准实现土壤环境的分类治理。同时,建立土壤健康管理的决策支持系统和土壤污染风险预警监测系统,利用土壤监测数据、生态环境影响评价和土壤修复技术等信息,为政府部门和生产经营主体提供数据分析、政策模拟和决策支持,提升土壤健康管理的信息化和数字化水平。

4. 加大土壤健康多学科交叉融合研究

土壤健康管理是一项系统工程,涉及土壤学、水科学、工程学、生态学、经济学、管理学等多学科,单纯依靠技术改进难以持续改善土壤质量,需要从生产关系、体制机制设计等方面加强研究。因此,国家建立跨学科的交叉合作机制,支持与土壤健康管理相关学科之间的交流,鼓励自然科学与社会科学联合开展土壤健康的科研项目,整合多学科资源和优势,共同推进土壤健康管理的理论研究和实践工作。

(五) 加强制度保障,激发各主体参与土壤健康管理积极性

1. 探索构建中国特色的土地发展权配置与转移制度

只有存在可分割和可让渡的土地产权,才能够配置资源从效率较低的地方转移至效率较高的地方,直至达到最优状态。发达国家设立土地发展权的初衷也是为了激励土地利用主体或生产经营主体保护和高效利用土壤资源,更好地保护耕地和防止耕地非农化。而且,土地发展权是附着于土壤资源利用与保护之上的再开发和再利用权利,其作为变更土地用途的权利(the right to convert),可以从土地产权束中分离出来并让渡给他人^①。因此,进一步完善《土地管理法》,探索建立包括土壤健康管理在内的土地发展权配置与转移制度,科学评估区域间土地发展权的基本权利,建立跨区域转移支付补偿机制,最大限度推进土壤资源可持续利用,使土地产权由土地所有权为中心过渡到土地利用为中心。

2. 以提升农地产权稳定性为目标推动“三权分置”改革

明晰且稳定的产权是解决耕地保护外部收益内部化的根本途径。国家进一步明晰农村土地的产权边界,规范政府和市场主体行为,完善市场交易规则,科学构建土地利益分配机制,培育良性竞争的市场主体,提高耕地资源配置效率。更重要的是要稳定土地的经营权,提高供求双方对土地收益的心理

预期,以更好地实现土地集中连片和规模经营,减少因规模小、分散经营带来的土地细碎化和生产力下降等问题,支持其形成绿色生产行为,恢复和改善耕地地力水平,保障耕地资源可持续利用。同时,通过完善地租价格形成机制,让农民敢于流转,赋予农民长期稳定、有法可依的土地收益权。

3. 多渠道筹集土壤健康管理资金

国家将土壤健康管理纳入国家、地方重点项目,加大财政资金投入力度,设立土壤健康管理专项资金,用于土壤健康管理的理论研究和实践探索。同时,引导金融机构、保险公司等加大对土壤健康管理的贷款支持力度,满足经营主体的贷款和保险需求。鼓励企业、社会组织等市场主体通过捐赠、赞助等形式为土壤健康管理提供资金支持。

4. 提高各主体参与土壤健康管理的积极性

针对基层政府而言,国家明确基层政府在土壤健康管理中的责任和权利,建立评估和激励机制,对基层政府在土壤健康管理方面取得的成绩给予奖励,增强领导干部对土壤资源利用与保护的责任心和使命感。针对家庭农场或专业合作社等经营主体而言,国家探索更加市场化的激励措施,通过科学衡量经营主体为土壤健康管理所付出的成本,基于生态系统服务付费(payment for ecosystem services, PES)、生态补偿成本分摊等方式,进一步降低其经营风险,提高其参与土壤健康管理的主动性。对小农户而言,国家通过开展形式多样的宣传教育活动,向其提供土壤健康管理的技术支持,包括有机肥料、生物农药、绿色种植技术等,并提供专项贷款、设计相应险种(可对长期采取土壤健康管理的农户提供农业保险的补贴),帮助其改善土壤质量,实现绿色循环农业生产,提高其对土壤健康管理重要性的认知。

(本文通讯作者为赵鹏飞)

注释:

① Carlos A., Richard D.B., Lucrezia C., et al. Tracking, targeting, and conserving soil biodiversity [J]. Nature, 2021, 371: 239-241.

② 张甘霖、吴华勇. 从问题到解决方案: 土壤与可持续发展目标的实现[J]. 中国科学院院刊, 2018(2).

③ FAO. How to feed the world in 2050 [R]. 2009. Retrieved from <https://www.fao.org/fileadmin/templates/>

wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.

- ④ UN. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development [R]. Retrieved from: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.
- ⑤ 黄宗智. 略论农村社会经济史研究方法: 以长江三角洲和华北平原为例[J]. 中国经济史研究, 1991(3).
- ⑥ 王宾、唐升. 中国耕地资源集约利用程度评价与障碍因子诊断研究[J]. 宏观经济研究, 2023(5).
- ⑦ 金晓斌、梁鑫源、韩博、王世磊、洪步庭、宋家鹏. 面向中国式现代化的耕地保护学理解析与地理学支撑框架[J]. 经济地理, 2022(11).
- ⑧ Doran J.W., Zeiss M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality [J]. *Applied Soil Ecology*, 2000, 15(1): 3-11.
- ⑨ <https://www.nrcs.usda.gov/conservation-basics/natural-resource-concerns/soils/soil-health>.
- ⑩ FAO ITPS. Towards a definition of soil health. 2020. <http://www.fao.org/3/cb1110en/cb1110en.pdf>
- ⑪ Mission Board Soil Health and Food. Caring for soil is caring for life [OL]. 2020. <https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/4ebd2586-fc85-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-183355619>.
- ⑫ B ü nemann E.K., Bongiorno G., Bai Z., et.al. Soil quality a critical review [J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2018(120): 105-125.
- ⑬ Congreves K.A., Hayes A., Verhallen E.A., et al. Long-term impact of tillage and crop rotation on soil health at four temperate agroecosystems [J]. *Soil and Tillage Research*, 2015, 152: 17-28.
- ⑭ Zimnicki T. Boring T. Evenson G. On quantifying water quality benefits of healthy soils [J]. *BioScience*, 2020, 70(4): 343-352.
- ⑮ Schatz A., Bugie E., Waksman S.A. Streptomycin, a substance exhibiting antibiotic activity against gram-positive and gram-negative bacteria [J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2005, 55(437): 3-6.
- ⑯ 吴克宁、杨淇钧、赵瑞. 耕地土壤健康及其评价探讨[J]. 土壤学报, 2021(3).
- ⑰ Idowu O J., van Es H M., Abawi G S. et.al. Use of an integrative soil health test for evaluation of soil management impacts [J]. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2009(3).
- ⑱ 于法稳. 新时代农业绿色发展动因、核心及对策研究[J]. 中国农村经济, 2018(5).
- ⑲ 张俊伶、张江周、申建波、田静、金可默、张福锁. 土壤健康与农业绿色发展: 机遇与对策[J]. 土壤学报, 2020(4).
- ⑳ 张桃林. 守护耕地土壤健康, 支撑农业高质量发展[J]. 土壤, 2021(1).
- ㉑ 王宾. 农产品质量安全视域下土壤健康与污染治理研究[J]. 价格理论与实践, 2020(7).
- ㉒ Doran J.W., Parkin T.B. Defining and assessing soil quality In Doran J.W., Molina J.A.E., Harris R.F., Defining and assessing soil quality for a sustainable environment [M]. Soil science society of America, Madison, WI, 1994: 3-21.
- ㉓ Doran J.W. Michael R.Z. Soil health as an indicator of sustainable management [J]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2002, 88(2): 107-110.
- ㉔ Lehmann J., Bossio D.A., K?gel-Knabner I., et al. The concept and future prospects of soil health [J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2020(1): 544-553.
- ㉕ 王小映. 全面保护农民的土地财产权益[J]. 中国农村经济, 2003(10).
- ㉖ 方润、沈开举. 土地发展权: 中国问题与美国经验[J]. 学习论坛, 2018(2).
- ㉗ 土地发展权最早出现在1947年英国颁布的《城市规划法令》(Town and Country Planning Act) 中, 是为了解决当时人口过多的城镇化提出的一种土地所有权分割且被单独处置的土地权益, 后来逐渐延伸为“归公”的英国模式、“归私”的美国模式和介于两者之间的法国模式。中国关于其最早的探索是原国家土地管理局提出的变更土地使用性质之权。
- ㉘ 王霞萍、赵谦. 土地发展权三十年: 功能进路与实践面向[J]. 中国土地科学, 2019(6).
- ㉙ Paustian K., Lehmann J., Ogle S., et al. Climate-smart soils [J]. *Nature*, 2016, 532: 49-57.
- ㉚ Batjes N.H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world [J]. *European Journal of Soil Science*, 1996, 47(2): 151-163.

- ①冯继广、张秋芳、袁霞、朱彪.氮磷添加对土壤有机碳的影响:进展与展望[J].植物生态学报,2022(8).
- ②Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security [J]. Science,2004,304: 1623-1627.
- ③李周.中国农业绿色发展:创新与演化[J].中国农村经济,2023(2).
- ④European Commission. https://environment.ec.europa.eu/topics/soil-and-land_en.
- ⑤不论是《土地管理法》,还是《民法典》都明确了农民集体所有的土地依法属于村农民集体所有,由村集体或者村民委员会经营、管理。但是,村集体或村民委员会不具备独立的法人资格,由此造成土地所有权主体虚位。
- ⑥《中华人民共和国土壤污染防治法》第四十五条规定:土壤污染责任人负有实施土壤污染风险管控和

- 修复的义务。土壤污染责任人无法认定的,土地使用权人应当实施土壤污染风险管控和修复。地方人民政府及其有关部门可以根据实际情况组织实施土壤污染风险管控和修复。国家鼓励和支持有关当事人自愿实施土壤污染风险管控和修复。
- ⑦仇焕广、刘乐、李登旺、张崇尚.经营规模、地权稳定性与土地生产率——基于全国4省地块层面调查数据的实证分析[J].中国农村经济,2017(6).
- ⑧张斌、尹昌斌、杨鹏.实施“藏粮于地、藏粮于技”战略,必须守住耕地红线,持续保育耕地和土壤质量[J].中国农业综合开发,2021(3).
- ⑨Richard L. Barrows. Bruce A. Prenguber. Transfer of development rights: an analysis of new land use policy tool [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1975,57(4).

责任编辑:周青

(上接第10页)

注释:

- ①⑭坚定文化自信秉持开放包容坚持守正创新 为全面建设社会主义现代化国家 全面推进中华民族伟大复兴提供坚强思想保证强大精神力量有利文化条件[N].人民日报,2023-10-09.
- ②③⑤马克思恩格斯文集:第2卷[M].北京:人民出版社,2009:603,602,601.
- ④马克思恩格斯文集:第8卷[M].北京:人民出版社,2009:26.
- ⑥梁树发等.中国特色社会主义理论体系之逻辑体系研究[M].北京:中国人民大学出版社,2020:38-39.
- ⑦②②习近平谈治国理政:第4卷[M].北京:外文出版社,2022:309,309-310.
- ⑧⑩马克思恩格斯文集:第1卷[M].北京:人民出版社,2009:11,111.
- ⑨田丰.王船山体用思想研究[M].北京:中国人民大学出版社,2020:3.

- ⑩⑪熊十力.原儒[M].上海:上海古籍出版社,2019: 233,234.
- ⑫吴晓明.论中西哲学之根本差别[J].哲学研究,2022 (7).
- ⑬习近平.在文化传承发展座谈会上的讲话[J].求是, 2023(17).
- ⑮毛泽东选集:第2卷[M].北京:人民出版社,1991: 534.
- ⑰何中华等.马克思主义文化理论发展史研究[M].济南:山东人民出版社,2022:1-2.
- ⑱⑳马克思恩格斯文集:第9卷[M].北京:人民出版社,2009:40,40.
- ⑲马克思恩格斯文集:第3卷[M].北京:人民出版社, 2009:543.
- ㉑列宁全集:第25卷[M].北京:人民出版社,2017:232.

责任编辑:李瑞山