

谈有机农业种植的土壤培肥技术

陈贵兰

重庆市永川区临江镇人民政府产业发展中心 重庆 402160

摘要：有机农业种植的土壤培肥技术以培育土壤健康为核心，强调物质循环与生物多样性。通过堆肥、绿肥、蚯蚓养殖及微生物接种等手段，结合轮作休耕、少免耕等耕作制度优化，提升土壤物理结构、化学养分及生物活性。技术要点包括科学配比碳氮原料加速堆肥腐熟、利用豆科绿肥固氮、施用生物质炭增强保水保肥能力，同时依托根瘤菌剂、复合菌剂促进养分转化，实现土壤肥力的可持续提升。

关键词：有机农业种植；土壤培肥技术；问题与对策

引言：在可持续发展与健康消费的双重驱动下，有机农业已成为全球农业转型的重要方向。土壤作为有机生产的根基，其肥力培育需摒弃化学肥料，转而依赖天然物料循环与生物协同作用。然而，当前有机土壤培肥面临养分释放滞后、物料区域失衡及技术推广受阻等挑战。本文从土壤肥力构成理论出发，系统梳理有机物料投入、生物调控及耕作优化等关键技术，为构建高效、稳定的有机土壤培肥体系提供理论支撑与实践路径。

1 有机农业土壤培肥理论基础

1.1 土壤肥力核心要素

(1) 物理肥力：关键指标为团粒结构与孔隙度。团粒结构能增强土壤保水保肥能力，减少水土流失，为作物根系生长提供疏松环境；适宜的孔隙度可协调土壤通气性与持水性，孔隙度过低会导致土壤板结、通气不畅，过高则易造成水分快速流失，影响作物吸收。(2) 化学肥力：主要取决于有机质、全氮/磷/钾含量。有机质能改善土壤化学性质，提升养分缓冲能力，促进养分释放；全氮、磷、钾作为作物生长必需的大量元素，其含量直接影响作物的生长发育，有机农业中需通过天然方式维持三者的平衡。(3) 生物肥力：以微生物多样性和酶活性为核心。丰富的微生物群落可分解有机物质、转化养分，抑制有害病原菌繁殖；土壤酶能催化各类生化反应，如蛋白酶促进氮素转化，蔗糖酶提升土壤碳循环效率，二者共同保障土壤养分的有效供给^[1]。

1.2 有机培肥原则

(1) 物质循环原则：核心是实现农业废弃物的资源化利用，如秸秆还田可直接补充土壤有机质，改善物理结构；堆肥循环则将畜禽粪便、作物残体等转化为腐熟有机肥，减少养分流失，实现物质良性循环。(2) 生物多样性原则：通过作物轮作、间作套种实现。轮作可避免连作导致的土壤养分失衡与病虫害积累，如豆科作物

与禾本科作物轮作可提升土壤氮含量；间作套种能充分利用光、热、水、肥资源，增加生物群落多样性，增强土壤生态系统稳定性。(3) 最小干扰原则：重点是避免深耕破坏土壤结构。深耕易打破土壤团粒结构，导致土壤通气性与保水性下降，还可能破坏土壤微生物栖息地，有机农业中多采用浅耕或免耕方式，减少对土壤生态系统的干扰，维持土壤自然肥力。

2 有机农业种植的土壤培肥技术

2.1 有机物料投入技术

2.1.1 堆肥与沤肥技术

(1) 原料配比：核心是控制碳氮比(C/N)在25-30:1的优化组合。通常采用“高碳原料+低碳原料”搭配，如玉米秸秆(C/N约80:1)与鸡粪(C/N约10:1)按3:1比例混合，或水稻秸秆(C/N约60:1)与牛粪(C/N约20:1)按2:1配比，既能加速微生物分解效率，又可避免氮素流失或碳源过剩导致的发酵缓慢。(2) 发酵工艺：好氧堆肥适用于秸秆、畜禽粪便等易腐熟物料，需通过翻堆(每7-10天1次)维持氧气供应，发酵周期25-30天，适合规模化生产；厌氧沤肥则针对树皮、锯末等难降解物料，通过水坑密封沤制，依赖厌氧微生物分解，周期60-90天，更适用于多雨、水资源丰富的南方地区，且能减少氮素挥发。(3) 腐熟度判定：以温度曲线和种子发芽指数(GI)为核心指标。好氧堆肥过程中，温度需经历“升温(50℃以上维持7-10天)-降温-稳定”阶段，标志堆肥进入腐熟期；种子发芽指数(GI)需大于80%，即取堆肥浸提液培养作物种子，发芽率与根长达到对照(清水)的80%以上，说明无腐熟不完全产生的有害物质^[2]。

2.1.2 绿肥种植技术

(1) 豆科绿肥(紫云英、苕子)的固氮效率：紫云英在盛花期固氮量可达150-200kg/ha，通过根瘤菌与宿主

共生,将空气中的氮转化为土壤可利用氮;苕子抗寒性强,冬季种植固氮量120-180kg/ha,适合北方寒冷地区,可显著提升后茬作物(如小麦)的氮素供应。(2)禾本科绿肥(黑麦草)的生物量积累规律:黑麦草生长周期短(80-100天),单季生物量可达30-40t/ha,且根系发达,能吸收深层土壤的磷、钾,翻压后可丰富土壤养分类型,与豆科绿肥混播可实现“固氮+扩库”双重效果。

(3)翻压时期与深度对土壤有机质的影响:绿肥最佳翻压期为盛花期,此时生物量与养分含量最高,翻压过晚(结籽期)纤维含量高,分解慢;翻压深度以15-20cm为宜,过浅易导致养分流失,过深(超过25cm)会抑制微生物分解,合理翻压可使土壤有机质年提升0.1%-0.3%。

2.1.3 生物质炭还田技术

(1)不同原料(秸秆、木屑)制备的生物质炭特性:秸秆(玉米、水稻)制备的生物质炭孔隙率40%-50%,pH偏中性(6.5-7.5),富含钾元素(2%-5%);木屑制备的生物质炭孔隙率60%-70%,pH偏碱性(7.5-8.5),碳含量更高(70%-80%),吸附能力更强,适合酸性土壤改良。(2)施用剂量(10-20t/ha)对土壤保水保肥的作用:施用10t/ha生物质炭可使土壤保水能力提升10%-15%,减少水分蒸发;20t/ha剂量下,土壤阳离子交换量(CEC)增加20%-30%,增强对氮、磷、钾的吸附,降低养分淋失风险,且效果可维持5-8年^[3]。

2.2 土壤生物调控技术

2.2.1 微生物接种技术

(1)根瘤菌剂对豆科作物结瘤固氮的促进:针对大豆、花生等作物接种专用根瘤菌剂,可使根瘤数量增加30%-50%,固氮量提升20%-40%,减少对外部氮源的依赖,且能改善土壤微生物多样性。(2)复合菌剂(解磷菌、解钾菌)的协同效应:解磷菌可将土壤中难溶性磷(如磷酸钙)转化为可溶性磷,解钾菌能分解钾长石释放钾元素,二者混合施用可使土壤有效磷含量提升40%-60%、有效钾提升30%-50%,且能促进作物根系生长,增强养分吸收能力。

2.2.2 蚯蚓养殖技术

(1)蚯蚓种群密度(500-1000条/m²)对土壤孔隙度的改善:该密度下,蚯蚓每年通过挖掘通道可使土壤孔隙度提升15%-25%,其中通气孔隙增加尤为显著,缓解土壤板结,提升水分入渗速率,减少地表径流。(2)蚯蚓粪的养分释放特征与利用方式:蚯蚓粪有机质含量达30%-40%,氮、磷、钾含量分别为1.5%-2.5%、1.0%-1.5%、0.8%-1.2%,且养分释放缓慢(持续6-8个月),可直接作为育苗基质(按1:3与园土混合),或作为基肥

施用(10-15t/ha),提升作物抗逆性。

2.2.3 天敌昆虫保护

保护土壤中的步甲、蜘蛛等天敌昆虫,构建自然病虫害防控体系。步甲成虫与幼虫可捕食蛴螬、地老虎等地下害虫,单头步甲日均捕杀害虫3-5头;蜘蛛通过结网或游猎捕捉蚜虫、飞虱等小型害虫,天敌昆虫数量充足时,可使害虫发生率降低40%-60%,减少化学农药使用。

2.3 耕作制度优化技术

2.3.1 轮作休耕制度

(1)粮草轮作(小麦-黑麦草)对土壤养分的互补:小麦生长期消耗大量氮、磷,后茬种植黑麦草(禾本科),其发达根系可吸收深层土壤钾素,且生物量翻压后补充有机质,实现“用养结合”,使土壤氮素储量提升10%-15%,有机质提升0.2%-0.3%。(2)季节性休耕期的覆盖作物选择:冬季休耕期可种植耐寒覆盖作物(如毛苕子、冬牧70黑麦),防止土壤裸露导致的侵蚀,春季翻压后补充养分;夏季休耕期种植速生覆盖作物(如苏丹草),60-70天即可形成30-40t/ha生物量,抑制杂草生长^[4]。

2.3.2 少免耕技术

(1)条带免耕对土壤侵蚀的控制效果:条带免耕仅在作物种植行进行浅耕(5-8cm),行间保持土壤原状并覆盖秸秆,可使土壤侵蚀量减少60%-70%,尤其适用于坡地(坡度5°-15°),同时降低耕作成本30%-40%。

(2)深松耕作(30-40cm)打破犁底层的适用条件:当土壤犁底层厚度超过10cm、容重大于1.5g/cm³时,需进行深松耕作,打破坚硬犁底层,增加深层土壤通气性与透水性,但需配合秸秆覆盖,避免深松后土壤失墒,且每3-5年进行1次即可,避免过度干扰。

2.3.3 覆盖保墒技术

(1)有机地膜(秸秆、纸膜)的降解特性:秸秆覆盖(用量3-5t/ha)在自然条件下3-6个月可完全降解,补充有机质;纸膜(厚度0.01-0.02mm)在湿润环境下2-3个月降解,透光率低,抑草效果达80%以上,且无塑料残留问题。(2)活体覆盖(三叶草)的持续抑草效应:三叶草(白三叶草、红三叶草)作为多年生豆科植物,可与果树、茶树等间作,通过地上部分遮光(覆盖率达70%-80%)抑制杂草光合作用,地下部分分泌化感物质,减少杂草萌发,同时固氮补充土壤养分,实现“覆盖+肥田”双重效果。

3 有机农业种植的土壤培肥技术的问题与对策

3.1 主要挑战

(1)短期养分供应不足与作物需求的矛盾:有机培

肥依赖的堆肥、绿肥等物料，养分释放需经微生物分解，周期长达30-60天，难以匹配作物旺盛生长期（如蔬菜定植后15-20天、果树坐果期）对速效氮、磷的集中需求。例如，叶菜类作物苗期需快速补充氮素促进叶片生长，而有机物料短期释放的有效氮仅为化肥的1/3-1/2，易导致作物缺素黄化，影响产量与品质。（2）有机物料资源区域性短缺：有机物料分布与种植需求存在明显地域失衡。北方规模化粮区虽有充足秸秆（如玉米秸秆年产量达5-8t/亩），但畜禽粪便资源匮乏，堆肥氮源不足；南方丘陵地区绿肥种植受多雨气候限制（夏季涝害易导致绿肥烂根），且生物质炭原料（木屑、竹屑）收集成本高，部分有机种植基地年物料缺口达40%-60%，需跨区域运输，增加培肥成本。（3）农民技术采纳意愿低：一方面，有机培肥技术操作复杂（如堆肥需精准控制碳氮比、翻堆频率，微生物接种需把握施用时机），农民缺乏系统培训，易因操作不当导致肥效下降（如堆肥腐熟不彻底引发烧苗）；另一方面，有机培肥初期投入高（如生物质炭施用成本约1500-2000元/亩），且有机农产品市场溢价不稳定，农民短期收益低于传统化肥种植，技术采纳率不足。

3.2 优化策略

（1）开发区域适配型有机肥配方：结合区域物料资源与作物需求定制配方。北方秸秆丰富区，研发“秸秆+菌渣+少量豆粕”的高碳缓释配方，搭配根瘤菌剂补充氮素；南方缺碳区，设计“绿肥+生物质炭”复合配方，利用生物质炭吸附养分，延长供肥周期，满足作物不同生育期需求，缩短养分供应与需求的时间差。（2）建立有机物料交易市场：搭建区域性线上线下供需对接平台，

整合养殖场、秸秆加工厂等物料供应端与种植基地需求端，提供物料检测、物流配送一体化服务。例如，在华东地区设立有机肥交易中心，统一检测物料有机质含量（要求 $\geq 45\%$ ），规范交易标准，降低跨区域运输成本，缓解区域性短缺问题。（3）构建“政府补贴+认证溢价”的激励机制：政府对采用有机培肥技术的农户给予专项补贴，如堆肥设备购置补贴50%、生物质炭施用补贴800-1000元/亩；同时强化有机农产品认证监管，规范认证流程，通过“三品一标”认证提升产品溢价（确保溢价率 $\geq 30\%$ ），并搭建产销对接平台（如有机农产品电商专区），保障农民收益，提升技术采纳意愿。

结束语

有机农业种植的土壤培肥技术是实现农业绿色转型、保障生态安全的核心支撑。通过合理运用有机物料投入、生物协同调控及科学耕作管理，不仅能有效提升土壤地力与作物品质，更能促进生态系统的良性循环。未来，需进一步加强技术集成创新，完善区域适应性方案，并推动政策支持与农户实践的深度融合，为有机农业的可持续发展注入持久动力。

参考文献

- [1]张光红.浅谈有机农业种植的土壤培肥技术[J].农业灾害研究,2021,(10):135-136.
- [2]苏欣.有机农业种植中的土壤培肥技术及应用[J].农村科学实验,2024,(13):60-62.
- [3]杨帅.简谈有机农业种植过程中的土壤培肥技术[J].新农民,2024,(06):75-77.
- [4]程钊.有机农业种植土壤培肥技术分析探索构架[J].河北农机,2024,(09):76-78.