

化肥减量增效对粮食产量与耕地质量的影响

谢明远

海南师范大学, 海南 海口 571158

[摘要] 化肥减量增效是以粮食稳产为前提, 通过优化养分投入和施肥方式提高肥料利用率的农业绿色生产方式。合理减量能够降低无效养分投入, 减少土壤酸化和养分流失, 并通过有机肥替代、秸秆还田和精准施肥改善耕地质量。减量幅度超过土壤供肥能力和作物需求时, 也可能引起土壤养分透支与粮食减产。化肥减量应依据土壤肥力、作物类型和目标产量实施差异化管理, 形成稳产、培肥与环境保护相协调的施肥体系。

[关键词] 化肥减量; 肥料利用率; 粮食产量; 耕地质量; 科学施肥

DOI: 10.64635/ja.2026.1410

中图分类号: S147.2

文献标识码: A

Effects of Chemical Fertilizer Reduction and Efficiency Improvement on Grain Yield and Cultivated Land Quality

Xie Mingyuan

Hainan Normal University, Haikou 571158, Hainan, China

Abstract: Chemical fertilizer reduction and efficiency improvement is a green agricultural production mode that improves fertilizer utilization efficiency by optimizing nutrient input and fertilization methods on the premise of maintaining stable grain production. Reasonable fertilizer reduction can reduce ineffective nutrient input, alleviate soil acidification and nutrient loss, and improve cultivated land quality through organic fertilizer substitution, straw returning, and precise fertilization. When the reduction range exceeds the soil nutrient supply capacity and crop demand, it may also lead to soil nutrient depletion and grain yield reduction. Chemical fertilizer reduction should be implemented through differentiated management based on soil fertility, crop type, and target yield, so as to form a fertilization system that coordinates stable production, soil fertility improvement, and environmental protection.

Keywords: chemical fertilizer reduction; fertilizer utilization efficiency; grain yield; cultivated land quality; scientific fertilization

引言

化肥是现代粮食生产中补充土壤养分、提高作物单产的重要生产资料。氮、磷、钾等矿质养分能够满足作物快速生长需求, 对保障粮食供给具有重要作用。化肥施用量超过作物吸收能力时, 未被利用的养分会在土壤中积累, 或经挥发、径流和淋溶进入大气与水体, 带来土壤酸化、养分失衡和农业面源污染。

过去一段时期, 部分农业生产者将增加施肥量视为提高粮食产量的直接手段。受土壤肥力、品种特性和水分条件限制, 肥料投入达到一定水平后, 边际增产效应会逐渐下降。继续增加施肥量不仅难以形成相应产量, 还会提高生产成本和环境压力。

化肥减量增效是在保障作物养分供应的基础上, 减少过量和无效投入, 提高单位化肥形成的产量与经济收益。其技术基础包括测土配方施肥、机械深施、水肥一体化、有机肥替代、秸秆还田和新型肥料应用。化肥减量不能等同于按统一比例减少施肥量, 也不能脱离土壤供肥能力、作物需求和目标产量。科学分析

化肥减量对粮食产量和耕地质量的影响, 对于协调粮食安全、耕地保护和农业绿色发展具有现实意义。

1 化肥减量增效的基本内涵与作用逻辑

1.1 化肥减量增效的目标边界

化肥减量是针对过量投入、养分配比失衡和施用方式粗放等问题, 减少超过作物需求的化肥数量。增效则是通过养分配方、施用时期、施肥位置和肥料形态优化, 提高养分利用率与单位投入收益。二者共同构成减量增效, 不能只减数量而忽略产量和地力。

农业农村部公布的数据显示, 2025 年我国小麦、玉米和水稻三大粮食作物化肥利用率达到 43.3%, 较 2020 年提高 3.1 个百分点^[1]。化肥利用率提高说明更多施入养分进入作物体内, 单位产量对应的化肥投入和环境损失得到降低。

合理减量具有明确边界。高肥力土壤和长期过量施肥区域具有较大减量空间, 低肥力耕地、复种指数较高区域及高产创建田则需要保持必要的养分投入。缺少土壤检测和田间试验支撑, 采用统一减量比例,

可能造成部分地区减量不足，部分地区养分供应短缺。

1.2 粮食产量与耕地质量的关联机制

粮食产量由品种、土壤、水分、养分、气候和栽培管理共同决定。化肥通过补充速效养分提高产量，耕地基础地力则决定不施肥条件下土壤能够支撑的产出水平。基础地力较高的耕地对短期化肥减量具有较强缓冲能力，低肥力耕地对外源养分依赖程度更高。

李玉浩等依据长期监测数据研究发现，我国三大粮食作物产量和耕地基础地力总体呈上升趋势，但不同农业区域的基础地力贡献率差异较大^[2]。东北、黄淮海、西南和华南部分区域基础地力贡献率较高，甘新和青藏等区域相对较低。区域差异决定了化肥减量不能采用同一标准。

耕地质量又会反向影响施肥效益。土壤有机质丰富、团粒结构良好和保水保肥能力较强的耕地，可以减少养分流失，提高作物根系吸收效率。长期单施化肥造成的土壤酸化、板结或养分比例失调，则会降低肥料利用率。化肥减量与耕地培肥同步推进，才能形成粮食稳产和地力提升的良性循环。

2 化肥减量增效对粮食产量的影响

2.1 合理减量条件下的稳产效应

化肥减量对粮食产量的影响取决于减量前的施肥水平。施肥量已经超过作物经济最佳施肥量时，减少多余投入通常不会造成明显减产。养分投入接近作物最低需求时继续减量，则可能降低有效穗数、粒数和粒重。

农业农村部数据显示，2015—2024 年我国农用化肥施用折纯量由 6022 万吨降至 4988 万吨，减少 1034 万吨，降幅为 17.2%。同期粮食产量由 1.32 万亿斤增加到 1.41 万亿斤，增幅为 6.9%。化肥投入下降与粮食产量增长同时出现，表明化肥用量和粮食产量之间并非简单线性关系，技术进步、品种改良、地力提升和管理优化能够抵消部分化肥减量影响。

表 1 我国化肥减量与粮食生产相关指标变化

指标	基期	基期数值	报告期	报告期数值	变化情况
农用化肥施用折纯量	2015 年	6022 万吨	2024 年	4988 万吨	下降 17.2%
粮食总产量	2015 年	1.32 万亿斤	2024 年	1.41 万亿斤	增长 6.9%
三大粮食作物化肥利用率	2020 年	40.2%	2025 年	43.3%	提高 3.1 个百分点

表 1 反映的是全国总体趋势，不能直接证明所有

地块减肥后均能增产。同期种子、农机、灌溉和病虫害防控等因素也会影响粮食产量。其现实意义在于说明，减少无效化肥投入与保障粮食产量可以同时实现。

2.2 养分替代与施肥方式的增效作用

有机肥、秸秆和绿肥能够提供氮、磷、钾及有机碳，对化肥形成部分替代。付浩然等研究认为，测土配方施肥、机械化施肥、水肥一体化、秸秆还田和有机肥资源化利用是我国化肥减量的重要技术途径^[3]。2010—2019 年，畜禽粪便养分还田量达到 1700 万吨，秸秆氮磷钾养分还田量接近 1800 万吨，为化肥减量提供了养分来源。

测土配方施肥根据土壤养分含量、作物需肥规律和目标产量确定氮、磷、钾投入比例，可减少经验施肥带来的重复投入。机械深施将肥料送入根系集中分布土层，减少氨挥发和地表径流。水肥一体化按照作物生育阶段分次供肥，能够缓解一次性施肥造成的养分浓度过高和后期脱肥。

缓释肥、控释肥和稳定性肥料通过调节养分释放速度提高作物吸收比例。新型肥料并非适用于所有作物和土壤，还需考虑温度、水分、种植制度和投入成本。技术选择应以田间产量、肥料利用率和经济收益综合评价。

2.3 过度减量引发的产量风险

化肥减量幅度超过土壤和有机肥供肥能力时，作物生长会受到限制。氮素不足会降低叶面积和光合能力，磷素不足影响根系发育及籽粒形成，钾素不足会削弱作物抗倒伏和抗逆能力。短期内土壤养分库能够缓冲投入不足，连续多年养分支出大于投入则会造成地力透支。

有机肥替代也存在养分释放不同步问题。有机肥中的养分需要经过微生物分解才能被作物利用，早春低温或土壤过湿条件下，其释放速度可能低于作物需求。未经充分腐熟的有机肥还可能带入病原体、抗生素或重金属。完全用有机肥替代速效化肥，不一定能够满足高产作物关键生育期的养分需求。

减量政策若只以化肥投入下降比例考核，基层可能忽略作物产量、土壤养分和农户收益。合理评价应同时观察单位面积产量、肥料偏生产力、养分利用率、土壤养分收支和生产成本，避免由“过量施肥”转向“过度减肥”。

3 化肥减量增效对耕地质量的影响

3.1 土壤理化性质与养分平衡改善

长期过量施用铵态氮肥可能加快土壤酸化，降低

钙、镁等盐基离子含量。磷肥长期大量施用会造成土壤磷素累积,增加地表径流条件下的水体富营养化风险。氮、磷、钾投入比例失衡,还会导致部分养分过剩、部分养分不足。

化肥减量与有机物料还田结合,能够改善土壤有机质和团粒结构。有机肥、秸秆和绿肥提供的有机碳可增强土壤保水保肥能力,为微生物活动提供碳源。土壤缓冲能力提高后,pH 值波动和养分淋失风险相应降低。

化肥减量不能替代耕地培肥。单纯减少化肥但不补充有机养分,可能造成土壤氮、磷、钾储量下降。合理模式是依据养分平衡核算确定化肥投入量,以有机肥补充有机碳和部分养分,以化肥满足作物关键时期的速效养分需求。

3.2 农田生态环境风险降低

氮肥过量施用后,部分氮素以氨挥发、硝态氮淋溶和氧化亚氮排放等形式进入环境。磷肥随地表径流进入水体,会增加农业面源污染负荷。减少超过作物需求的化肥投入,可以从源头降低养分损失。

李娜等研究显示,2015—2022 年我国化肥用量减少 15.7%,粮食产量增长 3.9%,2022 年化肥施用强度为 298.8 公斤/公顷,较 2015 年下降 62.2 公斤/公顷^[4]。化肥施用强度降低有利于减轻农田环境压力,但不同作物和地区仍存在继续优化空间。

农田生态改善还需要施肥与灌溉、耕作和种植制度协调。过量灌溉会加速硝态氮淋溶,地表撒施会增加氨挥发和径流损失,连续单作则可能造成养分吸收结构单一。水肥协同、轮作和保护性耕作可以进一步扩大化肥减量的生态效益。

4 化肥减量增效的实施路径

4.1 建立分区分类的施肥管理体系

科学施肥需要依据土壤类型、耕地质量、气候条件、作物品种和目标产量制定区域方案。东北黑土区重点控制氮肥过量投入并保护土壤有机质,黄淮海地区重视小麦—玉米周年养分统筹,南方稻作区关注氮磷流失与土壤酸化,西北灌溉农业区突出水肥一体化和盐分控制。

县域可整合测土配方施肥、耕地质量监测和农户施肥调查数据,绘制土壤养分分区图。针对高肥力、养分累积地块适当减少化肥投入,对低肥力和养分亏缺地块保持合理投入并加强地力培育。

施肥建议应由推荐总量细化为基肥与追肥比例、施用时期、施用位置和肥料品种。粮食作物高产田还

需开展田间试验,确定不同产量目标对应的养分投入边界。

4.2 推进有机无机养分协同投入

有机肥替代化肥应以养分含量和释放规律为依据。畜禽粪便需要经过无害化和腐熟处理,商品有机肥应检测养分、重金属及卫生指标。替代比例过高可能造成速效养分不足,也可能因有机肥用量过大增加磷和重金属累积风险。

秸秆还田可按照作物类型、秸秆数量和土壤墒情配置粉碎、深翻与氮素调节措施。绿肥种植适合冬闲田和轮作区域,可利用豆科绿肥固氮并增加土壤有机质。农牧结合地区可构建“秸秆饲料—畜禽养殖—粪肥还田”循环,减少外部养分投入。

化肥在协同投入体系中仍承担精准补充作用。依据有机肥和秸秆提供的有效养分扣减相应化肥数量,避免有机肥与化肥简单叠加。通过年度养分投入、作物带出和土壤储量核算,维持农田养分基本平衡。

4.3 完善技术服务与长期监测机制

小农户获取土壤检测、施肥设备和专业知识的成本较高,农业社会化服务组织可提供测土、配肥、机械施肥和水肥管理服务。肥料企业由单纯销售产品转向提供作物营养方案,也有利于提高施肥精准程度,但配方推荐和效果评价需要接受农业技术部门监督。

化肥减量项目的评价周期应覆盖多个生产季。监测指标包括粮食产量、化肥用量、肥料利用率、土壤有机质、pH 值、速效养分和养分收支。对有机肥替代项目,还需监测重金属、盐分和抗生素等潜在风险。

政策支持可以向测土配方、机械深施、水肥一体化和有机肥无害化处理等公共性较强的环节倾斜。考核体系应同时观察化肥投入、粮食产量、耕地质量和农户收益,避免单纯追求化肥使用量下降。长期监测结果可用于调整区域推荐施肥量,形成试验、应用、评价和修正的技术闭环。

5 结语

化肥减量增效对粮食产量和耕地质量具有双重影响。合理减少超过作物需求的化肥投入,通过测土配方、机械深施、水肥一体化和有机养分替代提高利用率,可以在稳定粮食产量的同时降低生产成本与环境风险。有机物料还田与养分平衡管理还能够改善土壤结构、提高有机质含量并增强耕地基础地力。

化肥减量存在明确的技术边界。低肥力耕地、复种指数较高地区和高产粮田仍需要充足养分投入,过

度减量会造成作物减产和土壤养分透支。未来应由统一减量转向分区分类管理,由控制投入总量转向提高全过程养分效率。建立有机无机协同、农机农艺融合和长期监测评价体系,才能实现粮食稳产、耕地培肥与农业环境保护的协调统一。

【参考文献】

- [1] 农业农村部种植业管理司,全国农业技术推广服务中心.“十四五”期间我国三大粮食作物化肥利用率稳步提升[EB/OL].2026-01-06.
- [2] 李玉浩,王红叶,崔振岭,等.我国主要粮食作物耕地基础地力的时空变化[J].中国农业科学,2022,55(20):3960-3969.
- [3] 付浩然,李婷玉,曹寒冰,张卫峰.我国化肥减量增效的驱动因素探究[J].植物营养与肥料学报,2020,26(3):561-580.
- [4] 李娜,田云龙,张蕾,等.中国化肥减量增效行动与技术研究[J].农业资源与环境学报,2025,42(1):1-10.