

耕地整治对粮食绿色生产效率的影响

——基于黄河流域中上游5省1362户粮食种植户的调查数据

马林燕^{1,2},李文荣^{1*}

(1.云南农业大学经济管理学院,云南昆明650201;
2.云南农业大学新农村发展研究院,云南昆明650201)



摘要 耕地整治是破解粮食绿色发展瓶颈、保障国家粮食安全与推动农业可持续发展的关键路径。基于黄河流域中上游1362份农户微观调研数据,运用最小二乘法探讨耕地整治对粮食绿色生产效率的影响效果及作用机制。研究表明:(1)耕地整治能够显著提升粮食绿色生产效率;(2)耕地整治通过促进农户流转耕地、采纳农业社会化服务和减少化学用品使用量,进而提高粮食绿色生产效率;(3)耕地整治对高效率农户、西部地区农户、玉米种植户及小规模农户粮食绿色生产效率的提升作用更明显;采用农户自主整治和生态修复型模式亦能更有效地提升粮食绿色生产效率。因此,应通过加强耕地整治,促进耕地流转以及支持农业社会化服务组织发展等措施提高粮食绿色生产效率,加速农业绿色发展转型。

关键词 耕地整治;粮食绿色生产效率;耕地流转;农业社会化服务

中图分类号:F301 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2026)01-0059-13

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2026.01.006

推动农业绿色发展、提升粮食绿色生产效率,是推进农业现代化和保障粮食安全的核心任务。然而,我国传统粗放型农业生产模式长期过度依赖化肥、农药等化学品投入,导致耕地退化、面源污染和农业碳排放问题日益突出^[1]。据统计,全国约40%的耕地出现退化^①,2022年化肥施用强度达298千克/公顷,远超国际安全标准(225千克/公顷)^②,2021年农药单位用量为1.90千克/公顷,也显著高于环保领先国家。根据《第二次全国污染源普查公报》,种植业总氮、总磷排放分别占农业水污染源的50.85%和35.94%。同时,农业化学投入品也推高了碳排放,2021年农地利用碳排放达9457万吨,其中化肥和农药施用所产生的碳排放分别约占49%和7%,严重威胁粮食安全与农业可持续性^[2]。中央一号文件多次强调需统筹耕地数量、质量与生态“三位一体”保护,协同处理好资源利用、粮食生产与环境保护关系。在此背景下,破解粮食绿色生产瓶颈、提升绿色生产效率已成为亟待解决的重要课题。

根据农户生产行为理论,提升粮食绿色生产效率需兼顾农户主动性、政策引导与资源合理配置。耕地整治作为系统性干预手段,通过平整土地、改良土壤和完善农田水利等措施,旨在提升耕地质量与生态功能,已成为突破粮食生产绿色转型瓶颈的重要途径。其内涵随现实需求不断深化,已从早期扩大面积、提升地力,发展为当前强调生态修复与面源污染治理,即耕地整治兼具生产提升与生态

收稿日期:2025-07-28

基金项目:国家社会科学基金西部项目“‘四良’融合赋能西南地区小农户‘钱粮双增’的机制与路径研究”(25XJY052);云南省哲学社会科学规划项目“基于资源整合及价值实现的云南农业经济与生态环境协同发展研究”(YB202415);云南省哲学社会科学“特色农业与土地利用协同促进乡村振兴”创新团队(2025CX03)。

① 资料来源于农业农村部耕地质量监测保护中心,http://www.gdzl.agri.cn/ntjs/202411/t20241119_449492.htm.

② 资料来源于国家统计局,https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/.

*为通讯作者。

改善双重特征,与粮食绿色生产效率存在密切联系^[3]。那么,耕地整治对粮食绿色生产效率究竟产生多大影响?其作用路径如何?厘清上述问题,对推动我国粮食绿色生产与保障粮食安全具有重要现实意义。

与本文相关的研究主要涵盖以下三个方面:一是粮食绿色生产效率的测度及影响因素。现有研究多将土地、资本、劳动力作为投入要素,粮食产量或产值为期望产出,碳排放和面源污染等为非期望产出,采用随机前沿函数、SBM、GML等模型对粮食绿色生产效率进行测算^[4-5]。其影响因素包括耕地经营规模、农户家庭特征、耕地流转与社会化服务采纳等微观因素^[6-7],以及城镇化水平、政策工具使用、人口转移程度、工业化水平等宏观因素^[8-9]。二是耕地整治的多元效益,包括社会、经济和生态效益。经济层面,耕地整治通过提升土壤肥力与降低细碎化程度,在提高单产和耕地价值的同时^[10],也促进耕地流转与规模经营,释放劳动力并增加非农就业机会,从而提升农户家庭收入^[11]。社会层面,耕地整治通过改善农民居住条件、激活耕地的资产功能增加农民收入等途径助力乡村振兴^[12]。生态层面,耕地整治通过增强气体调节、水土保持和景观优化等功能改善农田生态环境^[13]。三是耕地整治对粮食生产和生态效率的影响。研究表明,耕地整治可通过降低细碎化、改善耕作条件与推动规模经营提升粮食生产效率,且农户主导型整治模式作用更显著^[14]。同时,耕地整治还可通过减少化肥农药投入降低农业碳排放,有效提升生态效率,尤其对适度规模农户和平原地区效果更强^[15-16]。

现有研究围绕耕地整治、粮食绿色生产效率等相关问题展开了诸多探讨,为本研究提供了重要基础,但仍存在以下不足:一是多数文献集中于识别耕地整治对粮食绿色生产效率的总体影响,尚未系统揭示其内在作用机制,尤其是在资源优化配置与农业面源污染减排之间的传导路径尚未明晰;二是现有研究多基于局部地区或特定类型农户样本,缺乏跨区域、多作物和不同经营规模的比较视角,导致结论的普适性和代表性不足,难以全面反映耕地整治在不同农业生态区与经营主体间的差异化效果。基于此,本文基于黄河流域沿线省份1362份农户微观数据,探讨了耕地整治对粮食绿色生产效率的提升效应、作用机制及异质性。本文可能的边际贡献在于:第一,在研究视角上,基于微观农户层面分析耕地整治对粮食绿色生产效率的影响,能够更好地揭示政策实施的微观效果与行为响应。第二,在作用机制上,从耕地流转、社会化服务采纳与化学投入品减量三条路径实证识别内在传导机制,为理解要素优化与绿色行为提供新证据。第三,在适用情境上,通过区域、作物、规模及耕地整治模式等多维异质性分析,阐明整治效果的差异来源,为差异化政策制定提供依据。

一、理论分析与研究假设

1. 耕地整治对粮食绿色生产效率的直接影响分析

(1)耕地整治通过降低细碎化程度、优化要素配置与促进技术应用提升粮食绿色生产效率。耕地细碎化是制约农业生产效率与绿色转型的典型结构性障碍。耕地整治通过“坡改梯”“小块并大块”“化零为整”等工程实现耕地集中连片,从两方面推动效率提升。其一,降低生产成本与交易费用。地块集中有利于减少农户在农业生产过程中的通行时间和劳动力投入,提升了劳动力配置效率^[13]。其二,为规模化、精准化技术应用创造条件。细碎化格局限制了机械作业与先进农艺技术的采纳,而规模化田块则有利于推动精准施肥、统防统治等绿色技术的应用,有效降低化肥、农药等投入品的单位使用强度,从源头减少农业碳排放^[17],实现“节本增效”与“减排降污”的双重目标。

(2)耕地整治通过改善农业生产条件、提高资源利用效率与生态效能提升粮食绿色生产效率。耕地整治不仅关注田块形态,更注重农业基础设施的系统性提升,其核心在于优化资源利用的“硬环境”。一方面,优化田块布局和田间道路规划,能够显著降低生产要素的流动成本,提升劳动力、机械与灌溉用水的配置效率^[18]。另一方面,基础设施现代化是绿色转型的关键支撑。例如,灌溉系统的完善为采用指针式喷灌、滴灌等高效节水设施提供了基础,不仅直接提升水资源利用效率、增加粮食产出,更能有效降低传统漫灌所伴随的能源消耗与碳排放,从而在增产与减排之间建立协同路径,进而

提高粮食绿色生产效率^[17]。

(3)耕地整治通过改良土壤、增强系统固碳与生态韧性提升粮食绿色生产效率。土壤是农业绿色生产的核心载体,其质量直接决定系统的生产力与可持续性。耕地整治通过工程与生态措施,直接干预并改善土壤属性。一方面,通过“移土培肥”“坡改梯”等措施控制水土流失,有效减轻土壤有机质和养分的流失,维护地力常新,并增强耕地的固碳能力,从而减少粮食生产中的非期望产出^[19]。另一方面,通过构建农田防护林等生态辅助设施,能够调节农田小气候,减轻风蚀水蚀,修复受损的土壤生态系统^[20]。这种生态韧性的增强,不仅有助于稳定粮食产出,更能提升农业系统应对气候风险的长期能力,为绿色生产效率的持续提升奠定基础。

综上,耕地整治通过重塑耕地空间格局、升级生产基础设施和修复农田生态系统,系统性地作用于粮食绿色生产的各个环节,最终实现经济产出与生态环境效益的协同增长。基于此,本文提出研究假设:

H₁:耕地整治有助于提升粮食绿色生产效率。

2.耕地整治对粮食绿色生产效率的间接影响分析

耕地整治之所以能够提升粮食绿色生产效率,关键在于其通过重塑农业生产条件,有效激活了三大核心机制。一是通过促进耕地流转实现土地资源优化配置,为规模化绿色生产奠定基础;二是通过推动社会化服务采纳引入专业化生产要素,提升绿色技术应用效率;三是通过引导化学用品减量直接控制碳排放,降低非期望产出。这三重机制共同构成了耕地整治影响粮食绿色生产效率的间接作用路径,理论分析框架见图1。

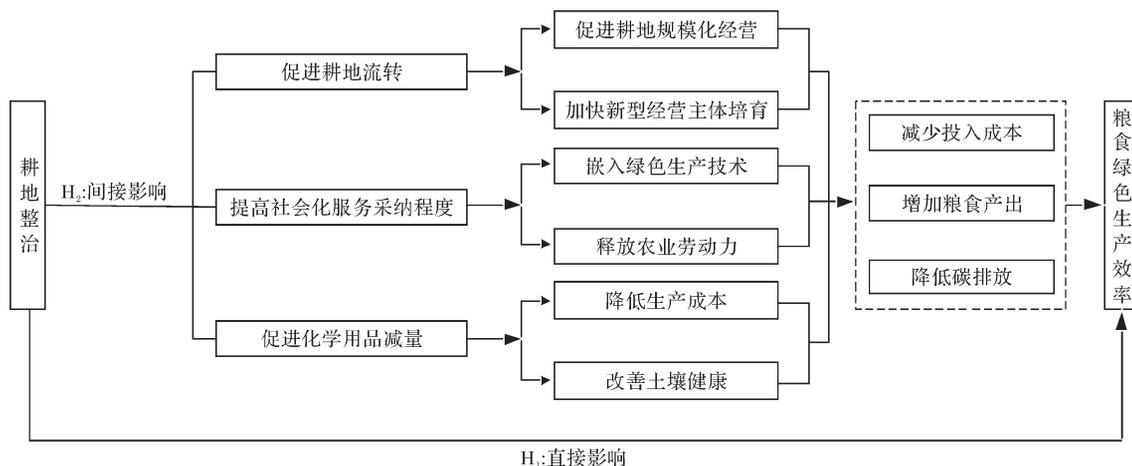


图1 理论框架

(1)耕地整治通过促进耕地流转提升粮食绿色生产效率。第一,耕地整治通过提升耕地资产价值与经营收益,驱动流转市场形成。耕地整治本质上是对耕地资源的资本化改造。一方面,其实施显著改善了耕地的物理属性和区位条件,即通过土壤改良、灌溉设施完善与道路通达性提升,不仅直接增强了耕地的生产能力^[21],更通过细碎化治理形成集中连片的田块,大幅提升了耕地作为生产要素的“资产专用性”与“规模适用性”。这使其在流转市场中更具吸引力,从而激活了流转的供给潜力^[22]。另一方面,依据舒尔茨的理性小农理论,农户是追求利润最大化的“经济人”。耕地整治通过降低生产过程中的通行、灌溉与田间管理成本,并创造规模化作业的条件,显著提高了耕地的预期经营收益。在利润动机驱动下,经营能力强的农户为获取这部分超额收益,其租入耕地、扩大经营规模的需求随之增强^[23]。供给与需求的双重激活,共同促进了耕地流转市场的繁荣。第二,耕地整治通过稳定经营预期与降低自然风险,强化流转行为激励。农业是典型的风险型产业,自然风险是制约农户,尤其是规模经营主体投资意愿的关键因素。耕地整治通过建设高标准农田水利设施和生态防护体系(如防护林、岸坡加固),显著提升了耕地抵御洪涝、干旱及水土流失等自然灾害的能力。这种“风险缓释”效应,降低了农业产出的不确定性,为中长期投资与稳定经营提供了保障,使得潜在转入方敢

于签订更长期、更稳定的流转合约,从而为耕地流转提供了稳定的制度环境与风险背书^[24]。

耕地流转通过重构经营格局与优化要素配置,实现粮食绿色生产效率提升。一方面,耕地流转有利于实现规模经济与绿色技术应用。流转形成的规模化经营,打破了细碎化对先进技术应用束缚,为采纳精准施肥、高效植保、节水灌溉等资本密集型绿色技术创造了条件,直接降低了单位面积的化肥、农药及水资源投入强度^[25],进而有利于提升粮食绿色生产效率。另一方面,耕地流转有利于促进土地与能人匹配,优化管理效率。流转促使耕地向种植能手、家庭农场等高效主体集中,这些主体通常具备更先进的经营理念与管理知识,能够优化投入品结构,实现更精细化的绿色生产管理,从“管理”维度提升粮食绿色生产效率^[26]。

(2)耕地整治通过促进社会化服务采纳对粮食绿色生产效率的提升作用,主要体现在服务供给优化和农户需求激活两个层面,并最终通过专业化服务的要素替代与技术溢出效应实现效率改进。在供给端,耕地整治通过地块平整与规模优化,显著改善了田间机械作业条件,降低了社会化服务组织的作业难度与运营成本。具体而言,规整连片的耕地更便于开展标准化、规模化的专业服务,这不仅提升了单一作业环节的效率,更使服务组织能够提供涵盖播种、植保、收获等全链条的综合性解决方案,从而增强了社会化服务的市场供给能力与质量^[17]。在需求端,耕地整治带来的规模经营效益提升了农户对专业化服务的支付意愿,同时缓解了劳动力约束对生产决策的限制。随着耕地条件的改善,农户更倾向于通过购买服务来实现生产环节的专业化外包,这既推动了农业内部分工的深化,也为绿色生产技术的规模化应用创造了市场基础^[27]。

社会化服务的采纳能够通过技术嵌入和要素替代等途径提高粮食绿色生产效率。第一,绿色生产技术因学习与设备成本较高,抑制了小农户的采纳意愿^[7]。社会化服务主体凭借其知识和技术外溢优势,可为农户提供专业化服务,推动生产要素使用的规范化与精准化,并在作业过程中传播绿色生产理念,助力改变高投入、高污染的传统生产模式,从而提升粮食绿色生产效率^[28]。第二,采纳社会化服务有助于缓解劳动力约束,降低生产成本,并且其高度专业化可提升作业质量与效率。同时,在成本、竞争及政策导向作用下,社会化服务主体倾向于采用有机肥、生物农药等低污染要素替代传统投入^[17],进一步促进粮食绿色生产效率提高。

(3)耕地整治通过促进化学用品减量提升粮食绿色生产效率。这一路径主要通过规模效应、专业化效应和技术扩散效应共同实现。首先,耕地整治通过地块合并与土地平整形成规模化田块,为精准农业技术的应用创造了条件。连片经营不仅降低了农机作业的转场成本,更显著提高了施肥施药的作业精度,有效避免了传统小农经营模式下因重复施药、边界重叠造成的化学品浪费^[29]。其次,耕地整治优化了农田空间布局,形成多区域连片种植的横向分工格局,推动农户开展专业化生产,不仅能使农户在生产过程中主动学习、积累高效绿色生产的技术,还能通过模仿效应、竞争效应等加速绿色生产技术的普及^[15]。这种“干中学”机制使农户在实践中不断优化化学品使用策略,逐步形成环境友好的生产习惯。最后,耕地整治通过改善农田生态环境增强了系统的自我调节能力。规整的田块配合防护林网建设,形成了更加稳定的农田微生态系统,提升了天敌控害能力。同时,土壤改良措施增强了作物抗逆性,从源头上降低了对化学品投入的依赖^[21]。这种生态调节功能与技术进步形成良性互动,共同推动农业生产向低投入、低污染的可持续发展模式转型,最终实现粮食绿色生产效率的提升。

基于以上分析,提出研究假设:

H₂:耕地整治可以促进耕地流转、农业社会化服务采纳和化学用品减量,进而提高粮食绿色生产效率。

二、研究设计

1. 数据来源

本文数据来源于西北农林科技大学“黄河流域生态保护与农业农村高质量发展”课题组于2023

年7月至8月在黄河流域中上游地区开展的专项调研。调查覆盖甘肃、河南、山西、宁夏和内蒙古5个省(自治区),该区域横跨我国北方旱作与灌溉农业交错带,兼具规模化经营与小农生产特征,在粮食生产和农业生态类型上具有重要代表性。在抽样方法上,本研究采用多阶段分层随机抽样,依据经济发展水平与农业生态类型分层抽取14个县(区),并随机抽取165个行政村,最终获取有效农户样本1362户。调查通过村级问卷与家庭成员问卷相结合的方式,系统收集了村庄基本特征、农户家庭生产消费结构与就业生活状况,并重点采集了耕地整治实践及小麦、玉米等主粮作物的投入产出数据。

样本在地域分布、作物类型与经营规模等方面具有显著差异,涵盖了不同资源禀赋、整治模式与种植结构的代表性群体。调研区域在耕地整治类型上呈现丰富梯度,既包括土地平整、田间道路建设等产能提升型工程措施,也涵盖治沙、治碱等生态修复型技术措施,能够有效支撑跨区域、多作物类型与不同经营规模条件下耕地整治对粮食绿色生产效率影响的系统比较。该数据在抽样设计的科学性、变量体系的系统性与样本结构的多样性方面均具备良好优势,为本文深入分析耕地整治对粮食绿色生产效率的影响提供了扎实的微观数据基础。

2. 研究方法

(1)SBM-Undesirable模型。SBM-Undesirable模型不仅能避免径向和角度度量引起的偏差,还能够处理粮食生产中的非期望产出问题,从而更准确地反映效率评估的本质。此外,鉴于本研究重点关注的是如何在现有资源和技术条件下提高粮食产量并减少环境污染,因此采用产出导向的SBM-Undesirable模型来测算农户的粮食绿色生产效率尤为适宜,公式为:

$$\begin{aligned} \max \frac{1}{\rho} &= 1 + \frac{1}{p_1 + p_2} \left(\sum_{r=1}^{p_1} \frac{s_r^+}{y_{rk}} + \sum_{h=1}^{p_2} \frac{s_h^{b-}}{b_{hk}} \right) \\ \text{s.t. } x_k &\geq X\lambda, y_k = Y\lambda - s^+, b_k = B\lambda + s^{b-} \\ \lambda &\geq 0, s^+ \geq 0, s^{b-} \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式中, ρ 表示农户的粮食绿色生产效率; k 表示第 k 个农户; p_1 、 p_2 分别表示期望产出和非期望产出的数量; r 、 h 分别表示第 r 类期望产出和第 h 类非期望产出; s^+ 、 s^{b-} 分别表示期望产出和非期望产出的松弛变量; x_k 、 y_k 和 b_k 分别表示投入、期望产出和非期望产出向量; X 、 Y 和 B 分别表示投入、期望产出和非期望产出矩阵; λ 表示权重向量。

(2)基准回归模型。本文通过构建OLS模型检验耕地整治对粮食绿色生产效率的影响,公式为:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \sum \beta_i \text{controls}_i + \epsilon_i \quad (2)$$

式中, Y 表示农户粮食绿色生产效率, x 表示耕地整治面积; controls_i 表示包含农户个体特征、家庭特征和村庄特征的控制变量; α_0 、 α_1 、 β_i 为待估计参数; ϵ_i 为随机扰动项。

(3)机制检验模型。为进一步分析耕地整治对粮食绿色生产效率的影响机制,本文参考江艇^[30]的做法,构建如下模型进行检验:

$$M_i = \alpha_0 + \alpha_1 x + \sum \beta_i \text{controls}_i + \epsilon_i \quad (3)$$

式中, M_i 表示机制变量,即耕地流转、社会化服务采纳和化学用品减量。

3. 变量选取

(1)被解释变量。本文的被解释变量为农户粮食绿色生产效率,参考相关研究^[7],从投入、期望产出和非期望产出三个层面选取指标(表1),采用SBM-Undesirable模型进行测算。

①投入变量。选取土地、劳动力、技术和流动资本表示投入变量,其中土地采用农户的粮食播种面积表示;劳动力采用农户在生产过程中的劳动力投入量表示,包括自家工、雇工的总数量;技术采用农机购买、租赁和服务等费用表示;流动资本采用化肥、农药、农膜和种子的投入量表示。

②期望产出。采用粮食总产值作为衡量指标。由于研究样本均为种植小麦或玉米的农户,粮食总产值通过将小麦和玉米的产量分别与其对应价格相乘后加总得出。

③非期望产出。粮食生产过程中的非期望产出通常包括碳排放和面源污染,但相比于面源污

染,碳排放所覆盖的范围更大,更具有代表性^[16],因此本文选取碳排放量表示非期望产出。农业碳排放主要来源于翻耕、化肥施用、农药喷洒、农膜使用及灌溉等生产环节。参考相关研究^[31],碳排放总量通过各碳源的原始使用量与其相应碳排放系数的乘积之和进行计算,公式如下:

$$E = \sum E_i = \sum T_i \times \delta_i \quad (4)$$

式中, E_i 表示第*i*个碳源的碳排放量; T_i 表示第*i*个碳源的使用量,包括翻耕面积、化肥使用量、农药使用量、农膜使用量和灌溉面积; δ_i 表示第*i*个碳源的碳排放系数。在碳排放系数的选取方面,本文综合现有文献^[32-33],确定各碳源系数如下,翻耕($312.6 \text{ kg CO}_2\text{eq hm}^{-2}$)、灌溉($20.476 \text{ kg CO}_2\text{eq hm}^{-2}$)、化肥($0.8956 \text{ kg CO}_2\text{eq kg}^{-1}$)、农药($4.9341 \text{ kg CO}_2\text{eq kg}^{-1}$)及农膜($5.18 \text{ kg CO}_2\text{eq kg}^{-1}$)。上述系数广泛用于我国农业碳排放研究,具有良好的科学基础和适用性。

(2)核心解释变量。本文的核心解释变量为农户耕地整治面积,为避免被解释变量与解释变量在数值量级上差异过大,将整治面积的单位统一换算为“千亩”。此外,问卷中除调查农户的耕地整治面积外,还涵盖了整治涉及的具体项目数量,包括土地平整、田间道路建设、水利设施建设等9类项目。因此,在稳健性检验中,进一步使用整治项目数作为衡量农户耕地整治程度的替代指标,以验证基准回归结果的可靠性。

(3)机制变量。选取耕地流转、社会化服务采纳和化学用品用量作为机制变量。其中,耕地流转包括耕地转出和转入,农户至少参与其中一项则认为农户参与了耕地流转,赋值为1,反之,则赋值为0;农业社会化服务涵盖耕地、播种、施肥、打药、灌溉及收获等多个生产环节,本文以农户所采纳的服务环节数量来表征其农业社会化服务的采纳程度;通过询问农户化肥等化学用品使用量与前三年相比是否减少来表示化学用品使用量的变化,用量减少赋值为1,反之则赋值为0。

(4)控制变量。参考相关研究^[6],从农户户主特征、家庭特征和村庄特征三个层面选取控制变量。其中,户主特征包括性别、年龄、受教育程度、社会经历、是否是新型职业农民、健康状况和是否参加过绿色技术培训;家庭特征包括劳动力占比、非农化程度、家庭距所在镇政府的距离和农田遭受自然灾害的次数;村庄特征包括村集体经济水平和村庄灌溉条件。变量定义及描述性统计见表2。

三、结果与分析

1. 基准回归结果

多重共线性检验结果显示,所有变量的方差膨胀因子(VIF)均小于10,均值为1.08,说明变量间不存在多重共线性问题。表3列(1)反映控制变量对粮食绿色生产效率的影响,列(2)仅反映耕地整治对粮食绿色生产效率的影响,列(3)为同时加入耕地整治和控制变量的结果。结果显示,无论是否加入控制变量,耕地整治的系数均显著为正,表明耕地整治的确能提高粮食绿色生产效率,该结论与吴诗嫚等^[16]的结论一致。耕地整治通过以下途径提升粮食绿色生产效率,首先,降低耕地细碎化程度,推动集中连片经营,减少劳动力投入与生产要素转移损耗,为规模化、精准化作业创造条件,从而降低非期望产出;其次,完善道路与排灌系统,提升作业便利性与耕地管理效率,促进农作物合理布局与节水灌溉技术应用;最后,改善土壤肥力与保水能力,为绿色生产奠定良好基础。基于此,研究假设H₁得证。

控制变量层面,户主的社会经历、新型职业农民、健康状况和家庭距镇政府的距离均对粮食绿色生产效率存在显著正向影响,这是因为若农户是党员或村干部,其对国家农业政策会有更深入的理解,能够更好地执行政府关于粮食绿色生产的指导方针;新型职业农民普遍经过系统培训,具备更高

表1 投入产出变量说明

变量类型	指标	指标说明
投入变量	土地	粮食实际播种面积/亩
	劳动力	粮食生产过程中自家工和雇工总量/工日
	技术	农机购买、租赁和服务等费用/元
	流动资本	化肥、农药、农膜和种子使用量/千克
期望产出	粮食总产值	小麦、玉米的总产值/元
非期望产出	农业碳排放量	粮食生产过程中产生的碳排放量/千克

表2 变量定义及描述性统计

变量名称	变量定义及赋值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量					
粮食绿色生产效率	采用SBM—Undesirable模型的测算值	0.427	0.206	0.015	1.000
核心解释变量					
耕地整治	耕地整治面积/千亩	0.010	0.041	0.000	1.000
机制变量					
耕地流转	是否发生耕地转入/转出:是=1;否=0	0.224	0.417	0.000	1.000
社会化服务	采纳社会化服务的环节数	0.306	0.995	0.000	6.000
化学用品减量	化肥等化学用品使用量与前三年相比是否减少:是=1;否=0	0.043	0.202	0.000	1.000
户主特征					
性别	性别:男=1;女=0	0.939	0.239	0.000	1.000
年龄	户主年龄	57.091	10.342	25.000	89.000
受教育程度	户主受教育年限	7.717	3.651	0.000	21.000
社会经历	户主是否是党员或村干部:是=1;否=0	0.156	0.363	0.000	1.000
新型职业农民	户主是否有新型职业农民资格证:是=1;否=0	0.038	0.192	0.000	1.000
健康状况	户主自评身体健康状况:不健康=1;一般=2;健康=3	2.656	0.642	1.000	3.000
绿色技术培训	户主是否参加过绿色技术或农业污染防治的相关培训:是=1;否=0	0.198	0.399	0.000	1.000
家庭特征					
劳动力占比	家庭实际劳动力人数/总人口数	0.664	0.288	0.000	1.000
非农化程度	非农收入/家庭总收入	0.533	0.358	0.000	1.000
家庭距镇政府的距离	家到最近的镇政府距离/千米	5.392	6.301	0.000	60.000
自然灾害	农田遭受自然灾害的次数	2.139	2.849	0.000	18.000
村庄特征					
村集体经济水平	村集体经济情况:1~5,数值越高,经济水平越高	3.662	0.852	1.000	5.000
村庄灌溉条件	农田灌溉用水:1~5,数值越高,灌溉用水越方便	2.882	1.567	1.000	5.000

表3 基准估计结

N=1362

变量	(1)粮食绿色生产效率		(2)粮食绿色生产效率		(3)粮食绿色生产效率	
	系数	稳健标准误	系数	稳健标准误	系数	稳健标准误
耕地整治面积			0.277***	0.091	0.142**	0.068
性别	-0.032	0.023			-0.032	0.023
年龄	-0.001	0.001			-0.001	0.001
受教育程度	0.001	0.002			0.001	0.002
社会经历	0.037**	0.017			0.037**	0.017
新型职业农民	0.081**	0.034			0.079**	0.033
健康状况	0.029***	0.008			0.029***	0.008
绿色技术培训	-0.001	0.015			-0.001	0.015
劳动力占比	0.021	0.019			0.021	0.019
非农化程度	-0.115***	0.016			-0.113***	0.016
家庭距镇政府的距离	0.002***	0.001			0.002***	0.001
自然灾害	-0.003	0.002			-0.003	0.002
村集体经济水平	0.005	0.006			0.005	0.006
村庄灌溉条件	-0.003	0.004			-0.003	0.004
常数项	0.430***	0.056	0.424***	0.006	0.428***	0.056
R ²	0.071		0.030		0.072	

注: *、**和***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著,下表同。

的科学文化素质和专业技能,能够更快地掌握并应用绿色生产技术;健康状况良好的农户通常有更好的体力进行粮食生产活动,同时在面对农业决策时能保持清晰的思维和判断力,有利于其采取绿色高效的生产方式;距离镇政府较远地区的农户对农业收入的依赖性更强,因此其更倾向于采用可持续的农业生产模式。非农化程度对粮食绿色生产效率存在显著负向影响,这是因为非农化程度高的农户对农业的重视程度和依赖程度较低,导致其对农业的投入减少,对绿色生产的积极性也相对较低,不利于粮食绿色生产效率的提高。

2. 内生性检验

本文的基准回归可能面临内生性问题,主要来源包括变量遗漏、反向因果以及自选择偏误。为此,采用工具变量法(2SLS)与倾向得分匹配法(PSM)进行处理。选取同村其他农户耕地整治面积的均值作为工具变量,一方面,同一村庄内农户面临相似的自然、政策与基础设施条件,该变量与样本农户耕地整治行为相关;另一方面,其他农户的整治行为通常不直接影响样本农户生产效率,满足排他性约束,有助于缓解内生

性问题。表4汇报了使用工具变量的估计结果,Hausman检验结果在5%的水平上显著,说明采用工具变量法是合理的。第一阶段中,工具变量的系数在1%统计水平上显著为正,且F值大于经验值10,排除了弱工具变量问题。第二阶段中,耕地整治对粮食绿色生产效率的影响系数仍显著为正,且系数大于基准回归中的系数,表明反向因果等内生性问题使得耕地整治对粮食绿色生产效率的影响被低估。

此外,本文还采用倾向得分匹配法解决因自选择偏差导致结果偏误的问题。以农户耕地整治面积均值为标准,将整治面积大于均值的划分为处理组,整治面积小于均值的为对照组,选择 $k=2$ 近邻匹配、卡尺匹配、半径匹配和核匹配四种方法进行匹配。表5结果显示,平均处理效应分别为0.045、0.045、0.036和0.039,且均在1%的统计水平上显著,这表明处理组农户的粮食绿色生产效率高于对照组农户,该结果进一步支持了基准回归的结论。

3. 稳健性检验

采用替换被解释变量、核心解释变量和模型的方法对回归结果进行稳健性检验。①替换被解释变量。基准回归模型中的粮食绿色生产效率是基于产出导向方法测算的结果,此处对测算方法进行更换,采用无导向和投入导向方法重新测算粮食绿色生产效率并带入模型进行估计。②替换核心解释变量。使用农户的整治项目数作为衡量农户耕地整治面积的替代指标进行估计。③替换模型。由于被解释变量粮食绿色生产效率的取值介于0~1之间,满足受限因变量模型的适用条件,故采用截尾回归模型替换原始模型进行估计。表6结果显示,在替换被解释变量、核心解释变量和估计模型后,耕地整治依然对粮食绿色生产效率存在显著正向影响,表明基准回归结果具有较强的稳健性。

表4 内生性检验结果 N=1343

变量	2SLS	
	第一阶段:整治面积	第二阶段:生产效率
耕地整治面积		1.014*(0.539)
工具变量	0.538*** (0.056)	
控制变量	已控制	已控制
常数项	0.003(0.012)	0.399*** (0.060)
R ²	0.095	0.043
F值	16.14	
Hausman检验	24.54** (0.027)	

注:括号中为稳健标准误,下表同。

表5 PSM估计结果

匹配方法	处理组	对照组	ATT
近邻匹配($k=2$)	0.440	0.394	0.045***
卡尺匹配	0.439	0.394	0.045***
半径匹配	0.439	0.404	0.036***
核匹配	0.440	0.401	0.039***

表6 稳健性检验结果

N=1362

变量	更换被解释变量(无导向)	更换被解释变量(投入导向)	更换解释变量	替换模型
耕地整治面积	0.190*(0.108)	0.143*(0.086)	0.020*** (0.003)	0.264*(0.141)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	0.200*** (0.018)	0.289*** (0.019)	0.430*** (0.026)	0.393*** (0.061)
R ² /Pseudo R ²	0.035	0.121	0.079	-0.292

4. 异质性分析

前文验证了耕地整治有助于提升粮食绿色生产效率,但这一结论反映的是平均效应,未能体现不同农户或区域可能存在的效应差异。事实上,整治效果可能因农户初始效率、资源禀赋、作物类型、经营规模及整治模式的不同而产生显著分化。为此,本文运用分位数回归与分组回归方法,对耕地整治影响的异质性进行检验。

(1)粮食绿色生产效率异质性。表7结果显示,耕地整治对粮食绿色生产效率的影响随分位点上升而增强,表明其对高效农户的促进作用更显著。原因是,高效农户本身具备较强的绿色生产意识与管理能力,能更充分地利用耕地整治带来的改善条件,从而更有效地提升生产效率。然而,在0.1和0.3等低分位点上,估计系数未通过显著性检验,可能由于低效农户在资金、技术和管理等方面存在约束,限制了耕地整治实际效果的发挥。

表7 分位数回归结果

N=1362

变量	分位点				
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
耕地整治面积	0.124(0.130)	0.108(0.455)	1.577*(0.855)	3.115*** (0.570)	2.984*** (0.467)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	0.311*** (0.009)	0.335*** (0.012)	0.379*** (0.034)	0.455*** (0.039)	0.640*** (0.071)
Pseudo R ²	0.008	0.022	0.046	0.109	0.135

(2)地区异质性。按照国家统计局的划分标准,将山西、河南列为中部地区,甘肃、内蒙古和宁夏列为西部地区,并分别进行回归分析。表8列(1)结果显示,耕地整治对两地区粮食绿色生产效率均具有显著正向影响,且西部地区系数显著大于中部地区,表明耕地整治对西部地区粮食绿色生产效率的提升作用更大。原因是,中部地区自然条件与农业基础较好,耕地整治的边际效益相对有限;而西部地区原有生产条件较弱,耕地整治带来的改善效果更为明显。此外,中部省份如河南属粮食主产区,农业生产技术原本较高,也限制了耕地整治的边际提升空间。

(3)作物类型异质性。为分析耕地整治对不同作物绿色生产效率影响的差异,本研究将样本划分为小麦与玉米种植组(剔除兼种样本,有效样本为1343个)。表8列(2)结果显示,耕地整治对两组样本的粮食绿色生产效率均呈正向影响,但仅玉米组通过显著性检验。可能原因在于,小麦对土壤肥力和管理精细度要求较高,需更精准的整治措施才能显著见效;而玉米适应性强,对整治响应更为明显,因此效率提升更易凸显。

(4)经营规模异质性。借鉴既有研究^[10],按农户实际经营耕地面积均值将样本划分为小规模与大规模两组并进行回归。表8列(3)结果显示,耕地整治对两类农户的粮食绿色生产效率均具有正向影响,但仅小规模农户组通过显著性检验,表明耕地整治对小规模农户的提升效果更明显。原因在于,大规模农户本身具备更强的资源优化与技术应用能力,耕地整治所带来的边际改善效应相对有限;而小规模农户由于初始条件受限,耕地整治能显著改善其资源利用效率,故提升效应更为突出。

表8 异质性检验结果(一)

变量	(1)区域异质性		(2)作物异质性		(3)规模异质性	
	中部	西部	小麦	玉米	小规模	大规模
耕地整治面积	0.113** (0.055)	1.152** (0.393)	1.303 (1.363)	0.116* (0.062)	0.644*** (0.209)	0.087 (0.080)
常数项	0.470*** (0.090)	0.406*** (0.078)	0.231** (0.096)	0.450*** (0.061)	0.376*** (0.016)	0.457*** (0.059)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
样本量	622	740	273	1070	955	407
R ²	0.077	0.057	0.157	0.075	0.040	0.068

注:中西部地区组间系数似无相关检验结果为4.47($p=0.035$)。

(5)耕地整治模式异质性。为考察不同耕地整治模式的影响差异,本文按实施主体将样本分为自主整治与国家统一整治两组进行回归。表9列(1)结果显示,两种模式下耕地整治面积均对粮食绿色生产效率有显著正向影响,但自主整治的系数更大,表明其促进作用更强。这可能是因为自主整治在信息对称性、激励相容性与管理灵活性方面更具优势,能更精准响应农户实际需求;而国家统一整治虽具规模效益,但在技术适配与后期管护方面灵活性较低,边际提升作用相对有限。

(6)耕地整治类型异质性。为分析不同耕地整治类型的影响差异,本文借鉴既有研究^[34],将其划分为生态修复型、产能提升型及二者并重型三类。在参与整治的农户中,产能提升型占比高达94.89%,占据主导地位。由于生态修复型与并重型样本量较少,为保证估计结果稳健性,将其合并为一综合组别。表9列(2)结果显示,两类整治方式均对粮食绿色生产效率产生显著正向影响,但产能提升型的系数显著低于合并组,表明其促进作用相对较弱。可能原因是,产能提升型整治更关注短期生产能力,对绿色技术推广和生态保护集成投入有限;而兼顾生态修复的模式更注重可持续性,通过改善土壤和田间生态为绿色生产提供更系统支持,因此提升效果更为显著。

5. 机制检验

为检验耕地整治影响粮食绿色生产效率的作用路径,本文构建以是否进行耕地流转、采纳社会化服务环节数和化学用品使用量是否减少为机制变量的机制检验模型进行分析,结果如表10所示。

(1)耕地流转效应。列(1)结果显示,耕地整治面积对耕地流转具有显著正向影响。一方面,耕地整治有利于提高耕地质量和实现耕地连片集中经营,从而增强其市场竞争力与流转价值;另一方面,耕地整治有利于增强耕地抗风险能力,降低经营不确定性,进一步激发农户流转意愿。而耕地流转不仅优化了耕地资源配置,也改善了生产要素投入结构,提高了要素利用效率,从而有效促进粮食绿色生产效率提升。综上,耕地整治可通过推动耕地流转,间接提升粮食绿色生产效率。

(2)社会化服务采纳效应。列(2)结果显示,耕地整治面积对社会化服务采纳存在显著正向影响。一方面,耕地整治通过平整土地和扩大地块规模,为社会化服务主体拓展服务范围创造了条件,提高了农户对社会化服务的可获得性。另一方面,社会化服务的采纳能够通过技术嵌入效应向农户传达绿色生产理念和技术,以及通过要素替代效应提高低污染要素的使用率,进而提高粮食绿色生产效率。综上,耕地整治可通过促进农户采纳社会化服务,间接提升粮食绿色生产效率。

(3)化学用品减量效应。列(3)结果显示,耕地整治面积对化学用品减量存在显著正向影响。一方面,耕地整治通过推动耕地规模经营和作物连片种植,不仅为减少化学投入品转移损耗和实现精准施肥施药创造条件,还有助于通过模仿与竞争效应促进化肥农药减量技术的扩散。另一方面,化学用品是农业生产的主要碳源,减少其使用量有利于降低粮食生产中的非期望产出,进而提高粮食

表9 异质性检验结果(二)

变量	(1)整治模式		(2)整治类型	
	自主整治	国家主导	产能提升	生态修复+二者兼具
耕地整治面积	1.625** (0.725)	0.232*** (0.071)	0.287** (0.112)	3.909*** (0.702)
常数项	0.462*** (0.107)	0.478*** (0.128)	0.413*** (0.081)	0.775** (0.280)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
样本量	343	323	631	34
R ²	0.149	0.108	0.057	0.650

注:自主整治样本和国家主导整治样本的组间系数似无相关检验结果为3.82($p=0.051$);产能提升为主的整治类型和生态修复+二者兼具整治类型的组间系数似无相关检验结果为41.37($p=0.000$)。

表10 机制检验结果

N=1362

变量	(1)耕地流转		(2)社会化服务采纳		(3)化学用品减量	
	系数	稳健标准误	系数	稳健标准误	系数	稳健标准误
耕地整治	0.226*	0.133	0.300*	0.177	0.532*	0.286
常数项	0.984	0.732			-3.592**	1.477
控制变量	已控制		已控制		已控制	
Pseudo R ²	0.019		0.056		0.072	

绿色生产效率。综上,耕地整治可通过推动农户减少化学用品使用量,间接提升粮食绿色生产效率。基于此,假设H₂得证。

四、结论与建议

1. 研究结论

本文基于黄河流域5省份1362份农户微观调研数据,探讨了耕地整治对粮食绿色生产效率的影响效应和作用机制,得到如下结论:①耕地整治能够显著提升粮食绿色生产效率;②耕地整治能够通过促进农户流转耕地、采纳农业社会化服务和减少化学用品使用量三条路径来提高粮食绿色生产效率;③耕地整治对粮食绿色生产效率的影响存在异质性,具体表现为,其促进作用随分位点升高而增强;对西部地区、玉米种植户及小规模农户的效果更为显著;此外,农户自主整治模式和生态修复兼顾型整治类型的提升作用也明显高于国家统一整治模式与产能提升主导型整治类型。

2. 政策建议

基于以上结论,提出以下政策建议:

(1)强化耕地整治基础功能,打造绿色生产“硬支撑”。一是推进高标准农田建设,治理耕地细碎化与生态功能弱化,实施田块合并、生态沟渠及土壤修复工程,推动耕地保护向质量与生态功能协同提升转型。二是推广绿色智能技术,应用墒情监测与无人机作业等技术,实现水肥药精准调控,促进耕地智慧绿色管护,提升资源利用效率与生态效益。三是统筹耕地生产生态布局,建设生态廊道和生物栖息地,增强碳汇、生物多样性与水源涵养功能,推动耕地向粮食保供、生态服务与文化遗产多功能发展,实现生态价值与可持续目标。

(2)构建“流转—服务—减量”协同机制,激活绿色生产内生动力。一是推行“整治+流转”一体化模式,将建成的高标准农田优先纳入村级流转平台,对长期流转并用于绿色生产的主体给予补贴,促进规模绿色经营。二是培育多元化服务联合体,支持组建区域性服务联盟,提供全程托管服务,对服务覆盖率高的乡镇予以奖励,降低绿色技术应用成本^[35-36]。三是实施投入品减量替代行动,通过补贴优惠推广有机肥和生物农药,并建立“绿色耕作者”认证制度,对达标农户提供金融激励。

(3)加强区域协调发展,制定差异化的政策。一是在西部地区主推生态改良型工程,包括坡改梯、集雨节水及盐碱地治理;中部地区则侧重高标准农田提质,推广智能灌溉与数字监测装备。二是对小规模农户,提供以田块合并、有机肥深施为主的“轻简化绿色整治包”,依托合作社降低实施成本;对大规模农户,则重点支持智慧管护与绿色认证,衔接市场溢价机制;作物类型上,小麦生产区重点集成土壤改良、测土配肥与精准用水技术等,玉米生产区则继续优化节水节肥模式,巩固绿色生产效率。三是激发农户自主整治和生态修复型整治的潜力,设立自主整治专项补贴,提高生态修复型技术奖励标准,简化审批流程;国家项目中增设生态模块菜单,如生态沟渠、缓冲带等,供地方按需选择;并鼓励合作社牵头开展连片生态化整治,促进技术集成与可持续管护。

参 考 文 献

- [1] 何可,宋洪远.资源环境约束下的中国粮食安全:内涵、挑战与政策取向[J].南京农业大学学报(社会科学版),2021,21(3):45-57.
- [2] 罗浩轩.中国农业农村碳排放趋势测算及实现碳中和政策路线图研究[J].广西社会科学,2023(2):121-131.
- [3] ZHOU Y, GUO L Y, LIU Y S. Land consolidation boosting poverty alleviation in China: theory and practice[J]. Land use policy, 2019, 82: 339-348.
- [4] 程永生,张德元,汪侠.农业社会化服务的绿色发展效应:基于农户视角[J].资源科学,2022,44(9):1848-1864.
- [5] 查建平,蔡威熙,赵凯.数字金融能否提升农户粮食绿色全要素生产率?——基于黄河流域中上游1250户粮食种植户的调查数据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2025(5):63-74.
- [6] 马捷,宋一鸣.数字素养对农户绿色行为的影响[J].广西师范大学学报(哲学社会科学版),2025,61(3):114-127.
- [7] 张仁慧,马林燕,赵凯,等.农业生产托管对粮食绿色生产效率的提升作用[J].资源科学,2023,45(11):2248-2263.

- [8] 陈思博,常明.中国粮食绿色生产技术空间特征和溢出效应研究[J].商业研究,2022(6):34-43.
- [9] 钟若希,韦锋,漆雁斌.粮食安全省长责任制对地方“粮食-经济”发展平衡性的影响研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2025(4):22-33.
- [10] 张蚌蚌,牛文浩,左旭阳,等.广西农民自主型细碎化耕地归并整治模式及效果评价[J].农业工程学报,2019,35(9):265-274.
- [11] 王鹏,赵微.土地整治对农户耕地流转的影响研究——基于断点回归的实证分析[J].长江流域资源与环境,2021,30(12):2992-3003.
- [12] 姚树荣,龙婷玉.市场化土地整治助推了乡村振兴吗——基于成都1187户上楼农民的调查[J].中国土地科学,2020,34(1):70-78.
- [13] 刘同山,孔祥智,杨晓婷.“大小兼容”的农地连片经营如何实现——以江苏盐城亭湖区“小田并大田”为例[J].中国农村经济,2023(12):44-64.
- [14] 汪文雄,朱欣,余利红,等.不同模式下农地整治前后土地利用效率的比较研究[J].自然资源学报,2015,30(7):1104-1117.
- [15] 梁志会,张露,张俊飏.土地整治与化肥减量——来自中国高标准基本农田建设政策的准自然实验证据[J].中国农村经济,2021(4):123-144.
- [16] 吴诗嫚,丁如,匡兵,等.土地综合整治对耕地利用生态效率的影响研究——基于农户微观数据的实证分析[J].中国土地科学,2023,37(11):95-105.
- [17] 李晓慧,李谷成,高扬.高标准农田建设提升农业绿色全要素生产率的研究——基于连续型双重差分的实证检验[J].中国农业资源与区划,2024,45(5):32-43.
- [18] 刘同山,钱龙.发达国家农地细碎化治理的经验与启示——以德国、法国、荷兰和日本为例[J].中州学刊,2023(7):58-66.
- [19] ZHONG L N, WANG J, ZHANG X, et al. Effects of agricultural land consolidation on soil conservation service in the hilly region of Southeast China—implications for land management[J]. Land use policy, 2020, 95: 104637.
- [20] 于法稳,代明慧,车丽娟.土壤健康视角下实现粮食安全的绿色之路[J].南京农业大学学报(社会科学版),2025,25(1):29-40.
- [21] 王鹏,赵微.土地整治对农户耕地流转的影响研究——基于断点回归的实证分析[J].长江流域资源与环境,2021,30(12):2992-3003.
- [22] 刘聪,钱龙.信贷支持对农户农业创业的影响[J].华南农业大学学报(社会科学版),2022,21(5):100-113.
- [23] 王震,辛贤.为什么越来越多的农户选择跨村流转土地[J].农业技术经济,2022(1):19-33.
- [24] 张占录,张雅婷,张远索,等.基于计划行为理论的农户主观认知对土地流转行为影响机制研究[J].中国土地科学,2021,35(4):53-62.
- [25] 徐湘博,李畅,郭建兵,等.土地转入规模、土地经营规模与全生命周期作物种植碳排放——基于中国农村发展调查的证据[J].中国农村经济,2022(11):40-58.
- [26] 匡远配,张昊鹏.农地流转提升了农业绿色全要素生产率吗?[J].世界农业,2024(2):59-71.
- [27] 孙学涛.高标准农田建设对农业社会化服务的影响[J].中南财经政法大学学报,2023(3):150-160.
- [28] 曾智,何蒲明.农业社会化服务对农户绿色农业技术采纳的影响——基于要素配置的视角[J].农村金融研究,2025(2):51-66.
- [29] 梁志会,张露,刘勇,等.农业分工有利于化肥减量施用吗?——基于江汉平原水稻种植户的实证[J].中国人口·资源与环境,2020,30(1):150-159.
- [30] 江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].中国工业经济,2022(5):100-120.
- [31] 马林燕,张仁慧,潘子纯,等.中国省际耕地利用生态效率时空格局演变及影响因素分析——基于2000—2019年面板数据[J].中国土地科学,2022,36(3):74-85.
- [32] 王立勇,许娇,冯涵一.数字经济与碳排放强度:来自“一带一路”国家的经验证据[J].广西师范大学学报(哲学社会科学版),2025,61(1):115-127.
- [33] 崔许锋,王雨菲,张光宏.面向低碳发展的农业生态效率测度与时空演变分析——基于SBM-ESDA模型[J].农业经济问题,2022(9):47-61.
- [34] 高慧敏,程文仕.不同农田整治模式对耕地生产和生态价值的影响——基于玉门市部分农户的实证分析[J].国土与自然资源研究,2022(3):1-7.
- [35] 章志华,孙林.双向FDI协调发展、环境规制与绿色创新效率——基于两阶段创新价值链的研究视角[J].统计学报,2023,4(4):28-40,56.
- [36] 高鸣,杨新宇.新质生产力赋能农业强国建设:理论阐释与战略构想[J].经济体制改革,2025(6):180-190.

Impact of Cultivated Land Consolidation on Green Grain Production Efficiency

—An Empirical Study Based on 1362 Grain Growers in Five Provinces in the Middle and
Upper Reaches of the Yellow River Basin

MA Linyan, LI Wenrong

Abstract Cultivated land consolidation is a crucial pathway for overcoming bottlenecks in green food development, ensuring national food security and promoting sustainable agricultural development. Based on micro-survey data of 1362 farming households in the middle and upper reaches of the Yellow River Basin, this study employs the least squares method to explore the impact and mechanisms of cultivated land consolidation on green grain production efficiency. The findings indicate that cultivated land consolidation can significantly improve the efficiency of green grain production. Cultivated land consolidation improves the efficiency of green grain production by facilitating farmers to transfer cultivated land, promoting the adoption of agricultural socialized services, and reducing the use of chemical inputs. The positive effect of cultivated land consolidation on green production efficiency is more pronounced among high-efficiency farmers, households in the western regions, corn growers and small-scale farmers. Additionally, farmer-led consolidation and ecological restoration models are more effective in enhancing green production efficiency. Therefore, measures such as strengthening arable land consolidation, promoting farmland transfer and supporting the development of agricultural socialized service organizations should be implemented to improve the efficiency of green grain production, thereby accelerating the transition toward green agricultural development.

Key words cultivated land consolidation; green grain production efficiency; farmland circulation; agricultural socialized services

(责任编辑:王 薇)