

农村产业融合对农业绿色生产效率的影响

——基于江苏省的微观证据

张亚洲¹,刘艳²,石晓平^{1,3*}

(1.南京农业大学 公共管理学院,江苏南京 210095;
2.西南大学 商贸学院,重庆 402460;
3.南京农业大学 中国资源环境与发展研究院,江苏南京 210095)



摘要 农村产业融合是实现乡村产业振兴的必经之路,基于2020—2022年中国土地经济调查(CLES)数据,利用双向固定效应模型和内生转换模型,探讨农村产业融合对农业绿色生产效率的影响。研究发现:(1)农村产业融合显著提升了农业绿色生产效率。从融合模式来看,技术渗透型融合、农业内部融合和产业链延伸型融合对农业绿色生产效率的促进作用呈现依次递减的特征,这一结论经过多种稳健性检验和控制内生性问题后依然成立。(2)机制分析发现,农村产业融合通过规模经营效应和技术溢出效应两重机制,促进农业绿色生产效率的提升。(3)异质性分析发现,以龙头企业、“龙头企业+合作社”为载体的产业融合对农业绿色生产效率具有显著正向影响,而以合作社为载体的产业融合的影响效应则不显著。此外,农村产业融合对农业绿色生产效率的促进作用在苏南地区和苏中地区更为显著,而在苏北地区则相对有限。基于上述结论,地方政府应该重视农村产业融合在农业绿色转型中的积极作用,积极发展和培育产业融合主体,以促进农业可持续发展。

关键词 农村产业融合;农业绿色生产效率;外溢效应;小农户;农业绿色转型

中图分类号:F301 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2025)05-0050-13

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwxb.2025.05.005

农业绿色生产对于缓解生态环境恶化,实现农业绿色转型与可持续发展具有重要意义。长期以来,依靠化肥、农药等生产要素投入推动中国农业经济增长的发展模式,导致农业生产高污染、高能耗等问题日益凸显,严重威胁了农产品质量安全,降低了农产品国际竞争力^[1]。近年来,随着“绿色”发展理念的深入贯彻,中央政府把生态文明建设摆在全局工作的突出位置。2017—2023年中央“一号文件”持续强调推进农业绿色发展,明确要求农业生产充分考虑资源承载力和环境污染问题,将经济增长、资源节约和环境保护有机结合起来。然而,现阶段中国农业绿色转型的基础较为薄弱。在小农生产体系中,由于受到经营规模、市场风险和交易成本等诸多条件的限制,农户主动实施绿色生产的内生动力不足,需要依靠外部力量的介入与引导^[2]。作为乡村振兴战略的重要抓手,农村产业融合是未来农业发展的必然趋势。2020年农业农村部发布的《全国乡村产业发展规划(2020—2025)》要求推进农业产业化和农村产业融合发展,培育多元化融合主体,发展多类型融合业态,建立多形式利益联结机制。具有资本和技术优势的新型经营主体已成为农村产业融合发展的重要主体与推动

收稿日期:2024-09-04

基金项目:国家社会科学基金项目“共同富裕进程中土地市场发育的支持政策研究”(22VRC163);国家自然科学基金项目“农地产权制度改革、基层治理对水土资源利用效率的影响——基于江苏、河北和新疆的分析”(72173065);高等学校学科创新引智计划资助项目(B17024)。

*为通讯作者。

力^[3]。那么,农村产业融合体系能否提升农业绿色生产效率?若能,其作用机制是什么?在不同产业组织和经济发展水平下是否存在异质性?以上问题亟需进一步的探究。

一、文献综述

随着经济结构的变迁,传统以消耗大量资源和破坏生态环境为代价的农业经济增长模式难以为继,迫切需要从绿色、高质和高效的角度谋求进一步发展。近年来,学术界也逐渐认识到农业生产过程中的环境污染问题,在评价农业生产能力时,开始将资源环境要素纳入传统生产率的分析框架中^[4-5]。目前,关于农业绿色生产效率的研究主要集中在3个方面。其一,关于农业绿色生产效率的测算方法。农业绿色生产效率的测算方法大致可归纳为两类,即参数估计法和非参数估计法。参数估计法主要以随机前沿生产函数为典型代表,而非参数估计法主要以数据包络分析法为典型代表^[6-7]。其二,关注农业绿色生产效率的时空分异特征。中国农业绿色生产效率总体呈上升态势,但在时空演化过程中呈现差异性和阶段化特征^[8]。其三,分析农业绿色生产效率的影响因素。已有学者基于各自研究目标和研究区域,从经营主体特征、农业生产条件和政策环境3个方面考察农业绿色生产效率的影响因素。经营主体特征包括劳动力转移^[9]、农业人力资本^[10]和教育^[11]等因素;农业生产条件包括农地流转^[12]、农业社会化服务^[13]和农业保险^[14]等因素;政策环境包括数字乡村建设^[15]、环境规制^[16]和财政支持^[17]等因素。

农村产业融合的概念自2015年在中央“一号文件”中首次提出以来,一直备受学界关注。目前,学术界关于农村产业融合的研究主要从宏观和微观两个层面展开。宏观层面:①农村产业融合水平的测度与时空特征。从产业链延伸、技术渗透、功能拓展等多个维度构建指标体系测度农村产业融合水平,发现中国农村产业融合水平整体呈现上升趋势,但区域之间分布不均衡,呈现“东高西低”的特征^[18]。②农村产业融合的驱动机制。数字普惠金融通过提高支付便利性和缓解流动性约束,对农村产业融合具有显著的促进作用^[19]。农业规模化经营能够降低生产成本,吸引知识、资金、管理等生产要素集聚,从而为农村产业融合提供要素支撑^[20]。③农村产业融合的经济与环境效应。农村产业融合对农民收入具有显著的提升作用^[21],不仅有助于缩小城乡收入差距^[22],还能缓解农村相对贫困^[23],进而实现共同富裕。此外,农村产业融合能够降低农业生产中化肥、农药和农膜的使用强度,推进农业绿色发展^[24]。微观层面:①新型经营主体层面。新型经营主体参与产业融合能够提升农业经营收入和政府补贴收入,从而促进整体收入的增长^[3]。②农户层面。在产业融合发展过程中,农户通过与新型经营主体建立紧密的利益联结机制,不仅能够提高收入水平^[25],还促进了农地由低效率农户向高效率农户集中^[26]。

总体来看,学者们围绕农业绿色生产效率、农村产业融合等问题分别展开了丰富的探讨,但仍然存在可以拓展的空间:第一,农村产业融合的相关研究主要集中在考察产业融合的经济效应。与本文最为相关的一支文献从宏观层面探讨了农村产业融合对化肥、农药和农膜施用水平的影响,鲜有研究聚焦农村产业融合发展的主战场,从村级层面来剖析农村产业融合对微观主体行为的影响。第二,关于农业绿色生产转型的研究,尽管已有学者关注到新型经营主体发展的环境溢出效应,例如,新型经营主体发展对农户采纳绿色施药技术^[27]和化肥减量施用^[28]具有显著的带动作用,但目前仍缺乏基于产业融合视角的理论与实证研究。第三,由于农户参与产业融合的过程难以观测,现有研究通常采用农户与新型经营主体的利益联结程度来间接衡量,如采用“农户是否参与合作社或龙头企业”作为代理变量。但是,农户参与合作社或龙头企业所引发的效应并非仅是农村产业融合的结果,难以确凿证明农村产业融合的带动效应。

基于上述分析,本文利用南京农业大学2020—2022年在江苏省开展的三期中国土地经济调查数据(CLES),实证分析农村产业融合对农业绿色生产效率的影响及其作用机制。本文可能的边际贡献在于:第一,本文不仅论证了农村产业融合通过规模经营效应、社会化服务供给效应以及技术溢出

效应,从而提升农业绿色生产效率的作用机制,还探讨了其受不同产业组织形式和经济发展水平影响的异质性,为进一步理解如何推进农业绿色发展提供了一个新视角。第二,考虑到农户参与农村产业融合的过程难以观测,本文将产业融合变量设定在村级层面,剖析村级层面的产业融合对微观个体行为的影响,能够有效规避测量偏误问题,同时也在一定程度上突破了仅从宏观层面加总分析所导致的结论局限性。

二、理论分析

1. 农村产业融合影响农业绿色生产效率的理论机制

新经济地理学理论表明,经济活动在空间上呈现出一定的集聚趋势,这种集聚效应可以通过信息共享、技术溢出、人才流动等途径带来递增的规模报酬^[29]。农村产业融合本质上是多种农业生产要素的集聚,而要素集聚具有显著的外部性^[30]。农村产业融合通过农业内部有机整合以及农业向第二、三产业延伸,除了满足新型经营主体自身规模化、专业化和组织化的生产需求外,另一重要影响渠道便是通过要素集聚所产生的外部性来带动农户发展^[31]。借鉴赵雪等^[3]、郭军等^[32]对农村产业融合内涵的界定,本文所指的农村产业融合包括以农产品生产、加工、销售和服务等环节相结合为代表的产业链延伸型融合;以现代种养业(稻田养鱼、稻虾共作等)为代表的农业内部融合;以电子商务、数字农业、“互联网+”为代表的技术渗透型融合。依据新经济地理学理论,农村产业融合可通过以下途径提升农业绿色生产效率。理论分析框架见图1。

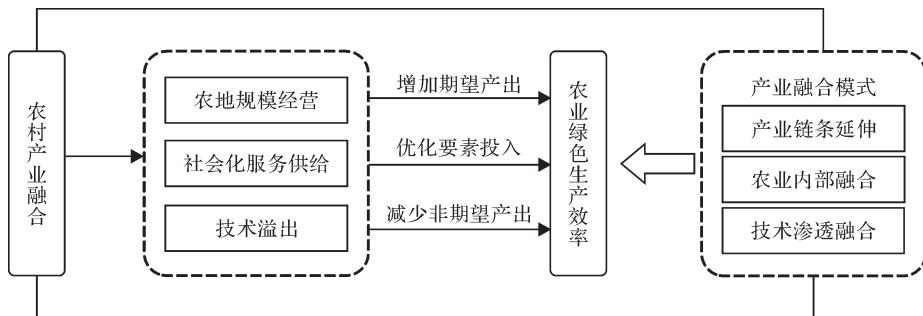


图1 农村产业融合影响农业绿色生产效率的作用机制

(1)农村产业融合、农地规模经营与农业绿色生产效率。农地规模经营以农地流转为重要手段,通过发展新型经营主体激发农地需求是促进农地流转市场发育的关键突破口^[33]。农村产业融合能够吸引大量新型经营主体进入,打破原有农地流转市场的均衡。其一,以新型经营主体为载体搭建的农产品加工业、电子商务等新兴业态,为农村劳动力提供了更多的非农就业岗位和创业机会,降低农户转出土地的机会成本^[26]。同时,新型经营主体发展融合型产业也需要土地资源作为支撑。例如,在“企业+农户”的订单模式中,企业除了收购农户的农产品,还需建设种植基地以保障供应;在农业内部融合模式中,新型经营主体为了分摊生态种养技术的引进成本,通常需要大规模租入土地,以实现专业化和规模化生产;在技术渗透型融合模式下,电子商务通过降低交易成本,增加销售收入,进一步促进新型经营主体经营规模的扩大。其二,在产业融合发展过程中,新型经营主体通过资本和技术的溢出效应,能够降低农户的生产经营风险,提高农业经营收益,增加农户的土地需求^[34]。因此,农村产业融合既能促进土地由农户向新型经营主体集中,也能促进土地由低效率农户向高效率农户集中,从而推动农地规模经营。研究表明,农地规模经营能够降低平均生产成本,为绿色生产技术的采纳创造了有利条件,从而有效缓解农业生产过程中的环境污染,提升农业绿色生产效率^[35]。

(2)农村产业融合、农业社会化服务供给与农业绿色生产效率。农业社会化服务被赋予了衔接小农户与现代农业的重要使命。然而,农业社会化服务组织出于降低服务成本、追求利润最大化的考虑,在服务供给时往往存在策略性选择,导致在小农户集聚的区域难以及时有效地获取服务^[36]。与

此同时,随着农业社会化服务市场的不断发展,逐渐呈现出跨区服务萎缩、本地服务崛起的交易格局^[37]。其原因在于:农作物生长的时间节律性可能导致在农忙时节跨区服务供不应求,农户需要依靠本地服务组织,以确保机械服务的及时有效供给。此外,农户与外部服务主体之间的信息不对称容易诱发机会主义行为,而本地服务则能凭借熟人社会的声誉机制有效提升服务供给质量。农村产业融合意味着多种农业生产要素的集聚,催生了更多的服务需求,既能吸引外部服务组织的进入,也推动了本地服务市场的发展,使小农户更加便捷地获取服务。农业社会化服务通过迂回投资的方式,降低了农户绿色生产技术的采纳成本。同时,农业社会化服务还具有显著的知识溢出效应,农户获取农业社会化服务的过程,也是传播农业知识与生产技术的过程。这有助于提升农户的绿色生产意识,并内化到生产经营中,从而改善农业绿色生产效率。

(3)农村产业融合、技术溢出与农业绿色生产效率。新经济增长理论认为技术进步是经济增长的源泉。农村产业融合作为农业技术进步的重要驱动力,理应推动农业生产方式的转型。其一,在“企业+农户”的订单模式中,企业通过签订收购合同,与农户就生产类别、数量、质量和收购价格等内容进行约定。为了使生产的农产品达到规定的质量和标准,农户会主动改进生产方式,提高农业生产技术水平。比如,选择优质高产的种植品种,增加能够改善作物生长条件、提升耕地地力的长期投资等。同时,为了保证农户交付的农产品质量,企业还将为农户提供种植栽培、施肥、病虫害防治等生产技术指导。通过接受和掌握这些科学的生产技术,能够优化生产要素配置,从而提升农业绿色生产效率。其二,产业融合通过构建农业内部循环链条,显著提升资源利用效率,不仅降低了要素投入成本,还提高了土地产出率。例如,以“稻虾共作”为代表的生态种养技术,通过改善土壤的理化性质,在增加作物产量的同时,有效减少了化肥、农药等化学投入品的使用。其三,产业融合将数字信息技术引入农业领域,提升了市场信息的透明度,通过供需的有效匹配,激励农户开展标准化生产。电子商务对农产品质量与安全提出了更高要求,促使农户在生产过程中严格遵循农产品质量标准化体系操作,提高化肥、农药等污染源要素的使用效率,最终推动农业绿色生产效率的提升。

2. 不同产业融合模式对农业绿色生产效率影响的理论分析

(1)产业链延伸型融合与农业绿色生产效率。在产业链延伸型融合模式中,产业融合构建的“企业+农户”“企业+合作社+农户”等利益联结机制在衔接小农户与现代农业发展过程中发挥着重要作用^[26]。产业链条的延伸不仅能够拓宽销售渠道,提供更稳固的市场保障,减少农户对单一市场的依赖,还通过农业产业链服务有效缓解了小农生产所面临的约束。这一过程提高了农户对农业生产的预期收益,激励其增加农业生产长期投资,从而提升农业绿色生产效率。具体而言,一方面,农户通过合作社、龙头企业等新型经营主体参与产业化经营,能够提升自身的市场地位和谈判能力,降低生产过程中的技术、质量和市场风险,为其提供有效配置资源和最大化生产要素回报的激励机制^[38]。另一方面,通过参与产业链条的不同环节,农户得以接触更先进的生产技术、管理经验和市场信息。随着技术水平和管理能力的提高,农户能够更高效地配置生产资源,减少资源浪费和环境污染,促进农业绿色生产效率的提升^[39]。

(2)农业内部融合与农业绿色生产效率。以生态种养技术为代表的农业内部融合,通过物种间互惠和资源的互补利用,能够节约成本,提高土地利用率,是一种兼具经济和生态效益的农业生产模式^[40]。然而,受限于信息不对称和技术门槛,农户采纳一种新技术往往承担着一定的不确定性。以“稻虾共作”技术为例,该技术涵盖田间工程结构改造、水质调控和病害防治等多个环节,需要进行科学管理和精细化操作。因此,风险规避的小农户倾向于参考同村其他农户,尤其是榜样群体的采纳行为,以降低自身试错的成本^[41]。新型经营主体往往是技术采纳的排头兵,本身存在很强的示范效应。通过构建农业内部融合型的发展体系,为小农户创造了“干中学”的外部条件。小农户通过观察性学习能够进一步加深对生态种养模式的认知,有利于打破信息壁垒,增加绿色生产要素的投入,从而提升农业绿色生产效率。

(3)技术渗透型融合与农业绿色生产效率。技术渗透型融合是指在农业生产的各领域与环节嫁

接互联网、物联网、大数据等现代信息技术,形成电商农业、数字农业等新兴业态。从生产端来看,信息化发展有助于促进农村地区绿色生产技术的传播。在传统的社会网络中,信息的传递更多依赖于熟人之间的互动,信息扩散范围较为狭窄,阻碍了前沿生产技术的扩散。互联网与农业的融合发展,能够降低信息扩散成本,促进新兴农业科技的推广与应用,发挥技术升级效应,在降低环境污染的同时,提高农业产出和技术效率。从消费端来看,信息化发展能够帮助农户直接对接需求方,提高交易匹配度。在传统线下销售模式中,农户与消费者之间缺乏有效的互动沟通机制和信息反馈机制,难以及时地捕捉市场变化并根据消费需求调整生产策略^[42]。电子商务作为技术渗透型融合的主要代表,能够缩短农户与消费者之间的物理空间距离,简化交易流程,降低交易成本^[43]。一方面,随着消费者对农产品“绿色”品质要求的不断提高,将会倒逼生产者改进传统的生产方式。另一方面,电子商务增强了市场和产品信息的透明度,能够形成充分的市场竞争,为绿色农产品“优质优价”提供了可能,为了获取这部分质量溢价,农户会主动进行绿色生产,提升农业绿色生产效率。

三、模型设定与数据来源

1. 模型设定

(1) 基准回归模型。本文通过Stata17软件,使用双向固定效应模型识别农村产业融合对农业绿色生产效率的影响,模型设定如下:

$$Y_{vit} = \alpha_0 + \alpha_1 Integrate_{vt} + \alpha_2 X_{vit} + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{vit} \quad (1)$$

式(1)中, Y_{vit} 是被解释变量,表示 t 年村庄 v 内农户 i 的农业绿色生产效率; $Integrate_{vt}$ 是核心解释变量,表示村庄产业融合发展情况; X_{vit} 是控制变量,包括户主特征、家庭特征和村庄特征; γ_i 表示农户固定效应; η_t 表示时间固定效应; α_0 表示常数项, α_1, α_2 表示待估计系数; ε_{vit} 表示随机误差项。

(2) 内生性问题。借鉴主流文献的做法,本文以“村庄政策执行能力”变量和“同群效应”变量作为农村产业融合的工具变量来解决内生性问题。“村庄政策执行能力”变量采用村庄是否实施村主任和村书记“一肩挑”改革进行刻画;“同群效应”变量采用县域内除本村外的其他村庄参与产业融合的比率进行刻画。工具变量的选择需要满足相关性和排他性要求。具体而言,当前农村产业融合发展尚处于起步阶段,产业融合水平的高低与村干部的政策执行能力高度相关。“一肩挑”改革作为中央政府破解乡村治理困境的一项重要举措,在一定程度上能够反映村庄的政策执行能力^[44],这保证了“村庄政策执行能力”变量的相关性,同时,这一政策的全面推动来源于中央政府,与农业绿色生产效率无直接关系。县域内各村之间存在“模仿性”行为,这意味着村庄的产业融合发展情况会受到其他相邻村庄的影响,这保证了“同群效应”变量的相关性,同时,并没有证据表明县域内其他村庄的产业融合发展情况会直接影响到本村农户的农业绿色生产效率。可见,选择“同群效应”变量和“村庄政策执行能力”变量作为工具变量具有理论可行性。基于此,在式(1)的基础上设定工具变量模型如下:

$$Integrate_{vt} = \beta_0 + \beta_1 Iv_{vt} + \beta_2 X_{vit} + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{vit} \quad (2)$$

$$Y_{vit} = \rho_0 + \rho_1 \widehat{Integrate}_{vt} + \rho_2 X_{vit} + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{vit} \quad (3)$$

式(2)中, Iv_{vt} 表示工具变量; β_0 表示常数项, β_1, β_2 表示待估计系数; 其余符号定义与式(1)一致。式(3)中 $\widehat{Integrate}_{vt}$ 表示通过第一阶段回归得到的 $Integrate_{vt}$ 估计值; ρ_0 表示常数项, ρ_1, ρ_2 表示待估计系数; 其余符号定义与式(1)一致。

(3) 机制检验模型。为检验农村产业融合通过何种机制对农业绿色生产效率产生影响,参考江艇^[45]的研究,设定机制检验模型如下:

$$Med_{vit} = \delta_0 + \delta_1 Integrate_{vt} + \delta_2 X_{vit} + \gamma_i + \eta_t + \varepsilon_{vit} \quad (4)$$

式(4)中, Med_{vit} 表示机制变量; δ_0 表示常数项, δ_1, δ_2 表示待估计系数; 其余符号定义与(1)式一致。

2. 数据来源

本文数据来源于 2020—2022 年三期中国土地经济调查数据(China land economic survey),

CLES)。该项目是由南京农业大学人文社科处于2020年创立,金善宝农业现代化发展研究院协助实施调查。CLES采用概率比例规模抽样(PPS)方法,调查内容涵盖家庭成员信息、收入明细、地块信息、乡村产业和乡村治理等多个方面。2020年在江苏省13个地级市,每个地级市调查2个县,每个县调查2个村。2021年完成12个地级市24县的追踪调查,平均追踪率为63.8%。2022年完成6个地级市12县的追踪调查,平均追踪率为56.4%。江苏省作为经济发达省份,在农村产业融合发展方面居于全国前列,以江苏省为例,研究农村产业融合对农业绿色生产效率的影响,既具有较强的代表性,也具备一定的前瞻性。基于研究需要,本文仅保留从事农业生产经营的农户样本,同时剔除本身是新型经营主体及信息缺失严重的样本,最终获得3407个农村家庭的观测值,形成三期非平衡面板数据。

3. 变量选取

(1)被解释变量。本文的被解释变量是农业绿色生产效率,用于衡量农业生产过程中要素投入与期望产出和非期望产出的比值关系。其经济含义在于,在既定要素投入比例不变的情形下,以最小化的资源消耗和环境污染,实现最大化的农业产出。借鉴李翠霞等^[13]的做法,采用基于非期望产出的SBM模型进行测算。投入指标包括土地投入(耕地经营总面积)、劳动力投入(农业劳动力人数)和资本投入(种子秧苗费用、化肥费用、农药费用、水电灌溉费用、机械作业费用和雇工费用)。期望产出用农作物产量来衡量。非期望产出用农业生产过程中的面源污染排放量(氮排放量和磷排放量)来衡量。参考罗斯炫等^[46]的研究,结合数据的可得性,将产污单元确定为氮肥、磷肥和复合肥三类,基于单元调查的清单分析方法,构建化肥面源污染排放量的计算公式如下:

$$E = \sum_l EU_l \times \rho_l \times C_l = \sum_l PE_l \times C_l \quad (5)$$

式(5)中,E表示氮和磷的排放量;EU表示产污单元即氮肥、磷肥和复合肥中氮、磷元素的折纯量^①;ρ表示产污系数,参考赖斯芸等^[47]的研究,氮肥、磷肥和复合肥的氮元素产污系数分别为1.0和0.33,磷元素产污系数为0.044和0.15;PE表示污染产生量;C表示污染排放系数^②,江苏省选择“南方湿润平原区—平地—水田—稻麦轮作肥料流失系数手册”,总氮流失系数为0.875%,总磷流失系数为0.182%。

(2)核心解释变量。本文的核心解释变量是农村产业融合。基于已有研究对农村产业融合概念的界定,将其划分为产业链延伸型融合、农业内部融合和技术渗透型融合三种。

(3)机制变量。本文主要从农地规模经营、农业社会化服务供给和技术溢出三条路径,检验农村产业融合对农业绿色生产效率的影响机制。借鉴郑淋议等^[48]的做法,农地规模经营采用“规模户出现的概率”进行刻画。根据第三次全国农业普查对农业规模经营户的定义,本文将耕地经营面积在25亩及以上的农户定义为规模户,并赋值为1,否则赋值为0。未采用耕地经营面积的实际值作为代理变量的原因在于,村庄的耕地面积相对固定,扩大部分农户的耕地经营面积必然导致另一部分农户耕地经营面积的缩减。在随机抽样的条件下,两类农户的耕地面积变化会相互抵消。农业社会化服务供给采用农户在耕地、育秧、栽种、打药、收获和秸秆还田等环节中采纳农机外包的环节数进行衡量。技术溢出采用农户是否获得农业技术服务进行衡量,若是赋值为1,否则赋值为0。

(4)控制变量。为了尽可能减少因模型中遗漏重要变量而导致的估计偏差,本文参考张仁慧等^[49]的研究,并结合可得数据,从三个层面选取控制变量。变量的定义、赋值及描述性统计见表1。

四、实证结果

1. 基准回归分析

表2汇报了农村产业融合对农业绿色生产效率影响的基准回归结果^③。(1)~(5)列汇报了农村产

① 参考农业农村部官网发布的《化肥折纯量参考计算表》进行测算。

② 参考第一次全国污染源普查:《农业污染源肥料流失系数手册》。

③ 限于篇幅,控制变量的回归结果未在原文中汇报,感兴趣的读者可向作者索取。

表 1 变量描述性统计

N=3407

变量	定义及赋值	均值	标准差
被解释变量:			
农业绿色生产效率	基于 SBM—Undesirable 测算的农业绿色技术效率	0.180	0.186
核心解释变量:			
村庄产业融合	村庄内是否存在至少一种产业融合模式:否=0;是=1	0.128	0.334
产业链延伸型融合	村庄内是否有农产品加工业:否=0;是=1	0.045	0.207
内部融合型融合	村庄内是否存在现代种养业:否=0;是=1	0.086	0.281
技术渗透型融合	村庄内是否存在农产品电商产业:否=0;是=1	0.042	0.200
融合度	融合模式得分加总:0—3	0.194	0.522
机制变量:			
农地规模经营	耕地经营面积是否为 25 亩及以上:否=0;是=1	0.081	0.273
农业社会化服务	采纳农机外包的环节数:0—6	1.542	1.856
技术溢出	是否获得农业技术服务:否=0;是=1	0.262	0.440
控制变量:			
户主性别	女=0;男=1	0.923	0.265
户主文化程度	受教育年限,取对数	1.915	0.741
户主健康状况	丧失劳动能力=1;差=2;中=3;良=4;优=5	3.929	1.068
常住人口数	全年居住 6 个月以上的人数	3.201	1.640
干部成员	家中有没有人当干部:无=0;有=1	0.143	0.350
农地确权	是否确权领证:否=0;是=1	0.932	0.252
风险偏好	风险偏好=1;风险中性=2;风险厌恶=3	2.642	0.717
社会资本	您遇到困难时能够借给您 5 万元的人数,取对数	1.055	1.001
村庄地形	是否为平原:否=0;是=1	0.862	0.344
村庄到县城的距离	村委会到县城的距离/千米,取对数	2.795	0.809
村庄人均纯收入	人均纯收入/元,取对数	9.894	0.538
村庄外出劳动力占比	外出劳动力/村庄劳动力总数	0.432	0.326

表 2 基准回归结果:农村产业融合对农业绿色生产效率的影响

N=3407

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
村庄产业融合	0.010 (0.008)	0.012* (0.007)	0.014* (0.008)	0.018** (0.007)	0.026** (0.010)			
产业链延伸型						0.005 (0.020)		
农业内部融合							0.022* (0.012)	
技术渗透型								0.025*** (0.009)
常数项	-0.296*** (0.061)	-0.019 (0.054)	0.310*** (0.058)	0.277*** (0.060)	0.174** (0.075)	0.178** (0.075)	0.174** (0.075)	0.182** (0.075)
县级固定效应	否	否	是	—	—	—	—	—
村级固定效应	否	否	—	是	—	—	—	—
农户固定效应	否	否	—	—	是	是	是	是
时间固定效应	否	是	是	是	是	是	是	是
R^2	0.141	0.028	0.029	0.034	0.042	0.036	0.040	0.039

注: *、**、***分别代表在 10%、5%、1% 水平上显著, 括号内为标准误, 下同。

业融合对农业绿色生产效率影响的模型估计结果;(6)~(8)列汇报了产业链延伸型、农业内部融合和技术渗透型三种融合模式对农业绿色生产效率影响的模型估计结果。(1)列的结果显示, 在未控制个体和时间效应情况下, 农村产业融合对农业绿色生产效率的影响系数虽然为正, 但不显著。(2)列的

结果显示,仅控制时间效应时,农村产业融合的影响系数在10%水平上显著为正。(3)~(5)列的结果显示,在逐步控制县级、村级、户级和时间固定效应后,农村产业融合依然显著提升农业绿色生产效率。从融合模式来看,(6)列的结果显示,产业链延伸型融合的影响系数为0.005,但未通过显著性检验。可能的原因在于,产业链延伸衍生出分拣、加工、包装、运输等非农就业岗位,对农户的影响更多体现在非农收入的增加上。然而,提升农业绿色生产效率的关键在于农户与产业融合主体围绕农产品的生产、加工和销售建立完善的利益联结机制。当前,受资本和技术的约束,加之契约关系的脆弱性,尚未形成有效利益联结机制,导致农业绿色生产效率难以显著提升。(7)列的结果显示,农业内部融合对农业绿色生产效率具有显著正向影响。以种植业和养殖业交叉融合为代表的农业内部融合,通过知识溢出效应和示范带动效应,引导农户采纳生态种养技术,从而减少化肥、农药等化学投入品的使用。(8)列的结果显示,技术渗透型融合与农业绿色生产效率存在显著的正相关关系。技术渗透型融合将互联网等数字信息技术嵌入到农业生产领域,提高了交易匹配度,激励农户优化生产方式,增加绿色生产要素投入,从而促进农业绿色生产效率的提升。

2. 内生性问题

表3汇报了工具变量模型的估计结果。(1)~(4)列的结果显示,在控制内生性问题后,农村产业融合对农业绿色生产效率仍具有显著的正向影响,且系数明显扩大,表明内生性问题的存在可能导致低估农村产业融合的正向效应。

3. 稳健性检验

(1)替换核心解释变量。本文在设定核心解释变量时,将村庄至少存在一种产业融合模式定义为村庄参与产业融合。然而,这一赋值规则难以准确反映村庄整体的产业融合水平,也难以揭示产业融合水平与农业绿色生产效率之间的关系。因此,进一步将产业链延伸型融合、农业内部融合和技术渗透型融合三种融合模式的得分进行加总,得到村庄产业融合的融合度。表4中(1)列的结果显示,融合度系数在10%水平上显著为正,表明村庄产业融合水平与农业绿色生产效率存在显著的正相关关系,从而验证了基准回归结果的稳健性。

(2)重新刻画农村产业融合。前文中,将产业融合变量设定在村级层面,考察其对农业

表3 内生性检验结果 N=3407

变量	二阶段回归结果			
	(1)	(2)	(3)	(4)
村庄产业融合	0.030*** (0.011)			
产业链延伸型融合		0.015 (0.021)		
农业内部融合			0.029** (0.013)	
技术渗透型融合				0.048*** (0.012)
控制变量	是	是	是	是
农户固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
	一阶段回归结果			
“一肩挑”改革	0.158*** (0.022)	0.017* (0.010)	0.071*** (0.020)	0.095*** (0.015)
同县其他村庄产业融合情况	0.990*** (0.042)	0.974*** (0.058)	0.994*** (0.053)	0.995*** (0.040)
Kleibergen-Paap rk	239.509***	65.556***	178.906***	145.239***
LM statistic				
Kleibergen-Paap rk	345.667	171.545	175.387	523.638
Wald F statistic				
Hansen J statistic	1.685	1.596	1.924	2.222
Endogeneity test of endogenous regressors	7.982***	4.628**	6.195**	6.773***

表4 稳健性检验结果

变量	替换核心解释变量	重新刻画农村产业融合		三期平衡面板
		(1)	(2)	
村庄产业融合				0.051* (0.031)
融合度	0.012* (0.007)			
是否参与产业组织		0.024** (0.010)		
是否签订生产或销售合同			0.065* (0.033)	
控制变量	是	是	是	是
农户固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
R ²	0.040	0.038	0.040	0.119
观测值	3407	3407	3407	666

绿色生产效率的影响。农户的有效参与是产业融合发挥带动效应的前提条件,而农户参与产业融合的过程实质是农户与产业融合主体建立利益联结机制。基于此,借鉴曾龙等^[20]、刘斐等^[51]的做法,采用农户与产业融合主体的利益联结程度重新刻画农村产业融合。将问卷中“您是否参与乡村产业组织”和“您是否与乡村产业组织签订正式的生产或销售合同”作为衡量农户是否参与产业融合的代理变量,进一步从农户视角考察农村产业融合对农业绿色生产效率的影响。表4中(2)(3)列的结果显示,农户参与乡村产业组织以及与该组织签订生产或销售合同均对农业绿色生产效率具有显著的正向影响,结果依旧稳健。

(3)生成三期平衡面板数据。受限于数据的可得性,使用2020—2022年三期非平衡面板数据。尽管对于面板回归模型而言,非平衡面板数据并不影响模型的估计结果。但是,为了检验基准回归结果的稳健性,本文从非平衡面板中提取生成平衡面板数据,进一步考察农村产业融合对农业绿色生产效率的影响。表4中(4)列的结果表明,农村产业融合在10%水平显著提升农业绿色生产效率,仍然支持前文的结论。

(4)利用内生转换模型(ESR)进行估计。村庄是否发展融合型产业并非随机行为,而是与本村的土地资源禀赋密切相关。本文使用内生转换模型进行估计,估计结果见表5。ATT表示实验组的平均处理效应,ATU表示控制组的平均处理效应。结果表明,与未参与产业融合的村庄相比,参与产业融合的村庄在1%水平上显著提升农业绿色生产效率,进一步验证了基准回归结果的稳健性。

4. 作用机制检验

表6汇报了农地规模经营作为机制变量的回归结果。(1)列的结果显示,农村产业融合在10%水平上显著促进农地规模经营。为了进一步验证农地规模经营的形成机制,首先,考察了农村产业融合对农地转出对象的影响,结果见(2)列和(3)列。结果表明,农村产业融合有效促进了农地向新型经营主体流动,同时减少了小农之间的“内卷化”流转。其次,以村庄层面农业绿色生产效率的中位数作为划分标准,将村域范围内的农户划分为高效率组(赋值为1)和低效率组(赋值为0),考察农村产业融合对不同组别农户农地配置的影响。分别以转入和转出的耕地面积占农户耕地经营面积的比重,作为土地转入和土地转出的代理变量,估计结果见(4)列和(5)列。交互项的估计结果显示,农村产业融合显著促进了高效率农户的土地转入与低效率农户的土地转出。这一结果与前文的理论分析相一致。一方面,农村产业融合需要土地资源作为支撑,新型经营主体通常需要租入大量土地,从而推动农户将土地流转给新型经营主体;另一方面,农村产业融合通过资本和技术的溢出效应,提升了农业经营收益,也将激励高效率农户转入土地从事规模化生产经营。综上所述,农地规模经营在农村产业融合影响农业绿色生产效率的过程中发挥了重要的机制作用。

表7汇报了农业社会化服务作为机制变量的回归结果。(1)列的结果显示,农村产业融合对农机外包水平的影响系数为正,但不显著。可能的原因在于,江苏省地处平原,交通便利,农业社会化服

表5 稳健性检验:利用ESR模型再估计

因变量	组别	决策阶段		处理效应	
		参与产业融合	未参与产业融合	ATT	ATU
农业绿色生产效率	参与组	0.202	0.173	0.028***	
	未参与组	0.180	0.166		0.014***

表6 机制检验结果:农地规模经营 N=3407

变量					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
农地规模经营	0.020*	0.056**	-0.054*	-0.010	1.135***
村庄产业融合	(0.011)	(0.023)	(0.028)	(0.025)	(0.366)
效率分组				0.006	-0.177
				(0.015)	(0.225)
村庄产业融合×效率分组				0.053*	-0.321**
				(0.028)	(0.126)
控制变量	是	是	是	是	是
农户固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
R ²	0.018	0.018	0.043	0.024	0.026

务市场相对成熟,跨区作业服务能够满足当前农业生产需求。因此,在有融合型产业的村庄与无融合型产业的村庄之间,农户的农机外包水平未表现出显著差异。(2)~(7)列分别报告了农村产业融合对不同生产环节农机外包的影响。结果显示,农村产业融合仅对耕地环节的农机外包具有显著的正向影响,而其他环节的影响系数均未通过显著性检验,表明农业社会化服务供给的机制作用有限。

表7 机制检验结果:农业社会化服务供给

N=3407

变量	(1) 农机外包的环节数	(2) 耕地	(3) 育秧	(4) 栽种	(5) 打药	(6) 收获	(7) 秸秆还田
村庄产业融合	0.091 (0.149)	0.066* (0.039)	0.046 (0.031)	-0.049 (0.038)	-0.022 (0.025)	0.005 (0.039)	0.045 (0.042)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
农户固定效应	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是
R ²	0.115	0.109	0.049	0.055	0.029	0.087	0.107

表8报告了技术服务作为机制变量的回归结果。(1)列的结果显示,农村产业融合具有显著的技术溢出效应,在1%水平上显著提升农户技术服务的获取率。农村产业融合通过贯穿产前、产中和产后全链条的技术溢出效应,为农业绿色生产效率的提升奠定了技术基础。在产前环节,通过推广优质投入品和信贷支持,优化生产环节的资源配置;在产中环节,通过先进生产技术的扩散与标准化生产,提高资源利用效率,减少化学投入品的使用;在产后环节,农产品加工与销售环节的技术创新进一步推动了绿色生产理念的延伸与落实。(2)~(6)列进一步汇报了农村产业融合对不同环节技术服务获取的影响。结果显示,农村产业融合的影响系数至少在10%水平上显著。从系数大小来看,农村产业融合溢出效应最显著的技术服务是农业经营与管理服务和生产技术服务,表明农村产业融合的技术溢出效应主要集中在产中环节。

表8 机制检验结果:技术溢出

N=3407

变量	(1) 是否获得技术服务	(2) 良种服务	(3) 信贷资金	(4) 生产技术	(5) 农业经营与管理	(6) 市场信息
村庄产业融合	0.119*** (0.034)	0.040* (0.021)	0.028*** (0.006)	0.103*** (0.033)	0.098*** (0.024)	0.035** (0.016)
控制变量	是	是	是	是	是	是
农户固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
R ²	0.047	0.021	0.029	0.032	0.027	0.020

5. 异质性分析

(1)乡村产业组织形式的异质性。不同的组织形式在资本禀赋、技术能力和利益联结机制方面存在显著差异,这种差异决定了其带动小农户参与绿色生产和提升农业绿色生产效率的能力及效果。依据组织架构的特征,乡村产业组织形式可划分为合作社、龙头企业以及“龙头企业+合作社”三种类型。表9中(1)列的结果显示,以合作社为载体构建的产业融合体系对农业绿色生产效率的影响系数为正,但不显著。(2)列和(3)列的结果显示,龙头企业和“龙头企业+合作社”两种组织形式均在5%水平上具有显著正向影响,且“龙头企业+合作社”形式对农业绿色生产效率的促进作用更为显著。可能的原因在于,合作社作为小农户的联合体,其优势在于组织化程度较高,能够在一定程度上缓解小农户的分

表9 异质性检验:乡村产业组织形式

变量	(1) 合作社	(2) 龙头企业	(3) 龙头企业+合作社
村庄产业融合	0.004 (0.018)	0.017** (0.007)	0.039** (0.015)
控制变量	是	是	是
农户固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
R ²	0.050	0.046	0.042
观测值	3063	2950	2910

散性。然而,由于合作社普遍存在资本和技术禀赋不足的局限性,加之现实中“空壳化”现象的存在,导致其运行效率低下,削弱了对小农户的带动作用。相比之下,龙头企业凭借其资本、技术和市场资源优势,能够为农户提供更多的生产要素支持和技术指导,从而显著提升农业绿色生产效率。而“龙头企业+合作社”形式结合了龙头企业的资源优势与合作社的组织协调能力,通过强化利益联结机制,促进资源的高效配置和技术的快速传播,在提升农业绿色生产效率方面则表现出更加显著的成效。

(2)经济发展水平的异质性。农村产业融合对农业绿色生产效率的影响同样可能存在经济发展水平的异质性。原因在于,相比于经济欠发达地区,经济发达地区的产业融合能够促进更多生产要素(例如:资金、人才等)的集聚,从而产生更强的外溢效应。江苏省内由南至北,经济发展水平呈现明显的梯度特征。基于此,本文分别考察农村产业融合在苏北、苏中和苏南地区的差异化影响,结果见表10。(1)列的结果显示,苏北地区的农村产业融合系数为0.013,并未通过显著性检验;(2)列的结果显示,苏中地区的农村产业融合系数在10%水平上显著为正;(3)列的结果显示,苏南地区农村产业融合在1%水平上显著提升农业绿色生产效率。

表10 异质性检验:经济发展水平

变量	(1) 苏北	(2) 苏中	(3) 苏南
村庄产业融合	0.013 (0.013)	0.028* (0.016)	0.054*** (0.019)
控制变量	是	是	是
农户固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
R ²	0.094	0.081	0.113
观测值	1532	990	885

五、结论与启示

农村产业融合是实现乡村产业振兴的必经之路,本文将农村产业融合引入农业生产领域,实证分析农村产业融合对农业绿色生产效率的影响、作用机制以及异质性。

第一,农村产业融合能够显著提升农业绿色生产效率。在三种融合模式中,相比于产业链延伸型融合和农业内部融合,技术渗透型融合对农业绿色生产效率的促进作用最为显著,反映了信息技术和数字工具在推动农业绿色转型中的重要性。因此,对于经济发展较快且技术资源丰富的地区,技术渗透型融合应当成为重点推广的模式。政策制定者应加大对数字基础设施的投资,完善网络覆盖,提升数据处理能力,利用精准农业、智能化供应链管理和数字化营销等手段,减少能源和资源的浪费,从而提升农业绿色生产效率。

第二,规模经营效应和技术溢出效应是农村产业融合提升农业绿色生产效率的关键机制。规模化经营有助于资源的集约化利用与管理,而技术溢出效应推动了农业技术的广泛应用和创新。因此,在小农经济占主导的地区,借助农村产业融合的力量,能够破解当前农地流转市场需求不足的困境。政策制定者应加强农地流转服务体系建设,减少信息不对称,降低交易成本,促进农地向新型经营主体和效率较高的农户集中,从而实现农业规模化经营。与此同时,充分发挥农村产业融合的技术扩散效应。政府应加强对产业融合主体的培训和指导,鼓励技术合作与交流,增强先进绿色生产技术的推广与应用,特别是在技术基础薄弱的地区。

第三,以龙头企业和龙头企业与合作社联动模式为载体的产业融合对农业绿色生产效率具有显著的正向效应,而单纯以合作社为载体的产业融合效果不显著。政策制定者应优先支持龙头企业在产业融合中的主导地位,发挥其技术、资本和市场优势,同时通过合作社的组织协调功能进行补充,能够为其他地区提供可借鉴的乡村产业组织形式。

第四,农村产业融合对农业绿色生产效率的促进作用在经济较为发达的苏南和苏中地区更为显著,而在相对欠发达的苏北地区则较为有限。说明农村产业融合的效果可能因地区的经济、产业基础和市场条件不同而异。因此,地方政府在推动农村产业融合时,应根据各地区的具体经济状况和产业基础,制定差异化政策,避免一刀切的做法,因地制宜地促进农业绿色转型。

参考文献

- [1] 王建华,马玉婷,李俏.农业生产者农药施用行为选择与农产品安全[J].公共管理学报,2015,12(1):117-126,158.
- [2] 龙云,邓可心,匡诺一.新型农业经营主体能带动小农户实现绿色生产转型吗?——基于2020年中国乡村振兴综合调查数据的研究[J].经济与管理研究,2023,44(12):85-99.
- [3] 赵雪,石宝峰,盖庆恩,等.以融合促振兴:新型农业经营主体参与产业融合的增收效应[J].管理世界,2023,39(6):86-100.
- [4] NANERE M,FRASER I,QUAZI A,et al.Environmentally adjusted productivity measurement:an Australian case study[J].Journal of environmental management,2007,85(2):350-362.
- [5] 李谷成.中国农业的绿色生产率革命:1978—2008年[J].经济学(季刊),2014,13(2):537-558.
- [6] REINHARD S,LOVELL C A K,THIJSSEN G.Econometric estimation of technical and environmental efficiency:an application to Dutch dairy farms[J].American journal of agricultural economics,1999,81(1):44-60.
- [7] TONE K.A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J].European journal of operational research,2001,130(3):498-509.
- [8] 刘亦文,欧阳莹,蔡宏宇.中国农业绿色全要素生产率测度及时空演化特征研究[J].数量经济技术经济研究,2021,38(5):39-56.
- [9] 赵雯歆,罗小锋,唐林.劳动力转移对农户粮食绿色生产效率的影响——兼论技术推广的作用[J].资源科学,2023,45(7):1440-1454.
- [10] 杜建国,李波,杨慧.人口老龄化下农业人力资本对农业绿色全要素生产率的影响[J].中国人口·资源与环境,2023,33(9):215-228.
- [11] 杨芷晴.教育如何影响农业绿色生产率——基于我国农村不同教育形式的实证分析[J].中国软科学,2019(8):52-65.
- [12] 史常亮.土地流转对农业高质量发展的影响——基于绿色全要素生产率视角[J].自然资源学报,2024,39(6):1418-1433.
- [13] 李翠霞,许佳彬,王洋.农业绿色生产社会化服务能提高农业绿色生产率吗[J].农业技术经济,2021(9):36-49.
- [14] 周月书,尹梓鉴.农业保险是否促进了中国农业绿色发展?[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(1):49-61.
- [15] 杜建军,章友德,刘博敏,等.数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制[J].中国人口·资源与环境,2023,33(2):165-175.
- [16] 马国群,谭砚文.环境规制对农业绿色全要素生产率的影响研究——基于面板门槛模型的分析[J].农业技术经济,2021(5):77-92.
- [17] 肖锐,陈池波.财政支持能提升农业绿色生产率吗?——基于农业化学品投入的实证分析[J].中南财经政法大学学报,2017(1):18-24,158.
- [18] 余涛.农村一二三产业融合发展的评价及分析[J].宏观经济研究,2020(11):76-85.
- [19] 张林,温涛.数字普惠金融如何影响农村产业融合发展[J].中国农村经济,2022(7):59-80.
- [20] 曾龙,陈淑云,付振奇.土地规模化经营对农村产业融合发展的影响及作用机制[J].资源科学,2022,44(8):1560-1576.
- [21] 陈钰莹.农村产业融合、县域创业活动与农民增收[J].山西财经大学学报,2024,46(5):73-83.
- [22] 王琴,李敬,刘洋.农村产业融合对县域共同富裕的影响[J].统计与决策,2023,39(19):28-33.
- [23] 陈飞,李玲.农村产业融合发展与家庭相对贫困治理[J].财经问题研究,2023(5):114-129.
- [24] 罗明忠,魏滨辉.农村产业融合的环境效应分析[J].农村经济,2022(12):57-66.
- [25] 齐文浩,李佳俊,曹建民,等.农村产业融合提高农户收入的机理与路径研究——基于农村异质性的新视角[J].农业技术经济,2021(8):105-118.
- [26] 付阳奇,朱玉春,刘天军.村庄产业融合对农地再配置的影响——来自江苏省的微观证据[J].中国农村观察,2023(4):109-128.
- [27] 李成龙,周宏.区域农业规模经营的绿色技术溢出效应——以病虫害防治环节为例[J].干旱区资源与环境,2023,37(9):10-16.
- [28] 高孟菲,潘瑞,纪月清.规模化经营主体能引领小农户化肥减量吗?——基于外部性视角分析[J].世界农业,2023(9):97-109.
- [29] KRUGMAN P.Increasing returns and economic geography[J].Journal of political economy,1991,99(3):483-499.
- [30] MARSHALL A.Principles of economics,8th edition[M].London:Macmillan,1920.
- [31] 李江一,仇童伟,秦范.新型农业经营主体的非农就业带动效应研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2022(3):10-21.
- [32] 郭军,张效榕,孔祥智.农村一二三产业融合与农民增收——基于河南省农村一二三产业融合案例[J].农业经济问题,2019(3):135-144.
- [33] 李江一,秦范.如何破解农地流转的需求困境?——以发展新型农业经营主体为例[J].管理世界,2022,38(2):84-99,6.
- [34] 阮荣平,曹冰雪,周佩,等.新型农业经营主体辐射带动能力及影响因素分析——基于全国2615家新型农业经营主体的调查数据[J].中国农村经济,2017(11):17-32.
- [35] 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.
- [36] 张哲嘶,潘彪,高鸣,等.农业社会化服务:衔接赋能抑或歧视挤出[J].农业技术经济,2023(5):129-144.
- [37] 李佩,罗必良.农机作业服务市场的“本地化”及其“价格悖论”[J].华中农业大学学报(社会科学版),2022(3):47-57.
- [38] OYELAMI B O,LADELE A A.Agricultural value chain extension:a panacea for agricultural transformation in Nigeria[J].Journal of agricultural extension,2018,22(1):173-184.

- [39] REN Y, PENG Y, CAMPOS B C, et al. The effect of contract farming on the environmentally sustainable production of rice in China[J]. Sustainable production and consumption, 2021, 28: 1381-1395.
- [40] 谭淑豪, 刘青, 张清勇. 稻田综合种养土地利用的生态—经济效果——以湖北省稻虾共作为例[J]. 自然资源学报, 2021, 36(12): 3131-3143.
- [41] 史雨星, 秦国庆, 赵敏娟, 等. 邻里效应对牧户载畜率决策的影响——北方牧区的经验证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(1): 155-167.
- [42] 王翠翠, 夏春萍, 童庆蒙, 等. 电商参与促进农户绿色生产吗? ——基于3省4县812户果农的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(5): 132-143.
- [43] 李宁, 周琦宇, 邹丽琼. 农产品网络销售会影响新型农业经营主体的农地经营规模吗[J]. 农业技术经济, 2022(2): 94-109.
- [44] 崔宝玉, 王孝璐. 村书记村主任“一肩挑”能改善中国村治吗?[J]. 中国农村观察, 2022(1): 71-90.
- [45] 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.
- [46] 罗斯炫, 何可, 张俊飚. 增产加剧污染? ——基于粮食主产区政策的经验研究[J]. 中国农村经济, 2020(1): 108-131.
- [47] 赖斯芸, 杜鹏飞, 陈吉宁. 基于单元分析的非点源污染调查评估方法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2004(9): 1184-1187.
- [48] 郑淋议, 李烨阳, 钱文荣. 土地确权促进了中国的农业规模经营吗? ——基于CRHPS的实证分析[J]. 经济学(季刊), 2023, 23(2): 447-463.
- [49] 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.
- [50] 刘斐, 夏显力. 异质性预期、社会资本与农村产业融合中的农户有效参与[J]. 改革, 2021(4): 121-135.

The Impact of Rural Industrial Integration on Agricultural Green Production Efficiency

——Micro Evidence from Jiangsu Province

ZHANG Yazhou, LIU Yan, SHI Xiaoping

Abstract Rural industrial integration is an inevitable pathway to achieving rural industrial revitalization. Based on data from the 2020—2022 China Land Economic Survey (CLES), this study utilizes the two-way fixed effects model and the endogenous switching regression (ESR) model to explore the impact of rural industrial integration on agricultural green production efficiency. The findings are as follows: 1) Rural industrial integration significantly improves agricultural green production efficiency. Among integration patterns, technology-penetration integration, intra-agricultural integration, and industry-chain extension integration promote agricultural green production efficiency in a gradually diminishing order. This conclusion remains robust after various robustness tests and controls for endogeneity problems. 2) Mechanism analysis shows that rural industrial integration promotes the improvement of agricultural green production efficiency through the dual mechanisms of scale economy effects and technology spillover effects. 3) Heterogeneity analysis indicates that industrial integration driven by leading enterprises or by leading enterprises combined with cooperatives has a significantly positive impact on agricultural green production efficiency, while integration led solely by cooperatives does not. Additionally, the positive effect of rural industrial integration on agricultural green production efficiency is more significant in southern and central regions of Jiangsu Province, but relatively limited in northern region. Based on these findings, local governments should attach importance to the positive role of industrial integration in agricultural green transformation and actively develop and cultivate industrial integration entities to promote sustainable agricultural development.

Key words rural industrial integration; agricultural green production efficiency; spillover effects; smallholder farmers; green transformation of agriculture

(责任编辑:王 薇)