

分工视角下组织模式对生猪养殖高质量 发展的影响研究^{*}

——基于双重机器学习模型的实证分析

江 惠 王明利

(中国农业科学院农业经济与发展研究所 北京 100081)

摘要:本文基于7个省份养殖场户调研数据,构建生猪养殖高质量发展评价指标体系,从分工视角探讨组织模式对生猪养殖高质量发展的影响,并采用双重机器学习模型进行实证检验。研究发现,(1)契约生产模式能推动生猪养殖高质量发展。养殖场户参与契约生产模式对其产出高效、产品安全、资源节约、环境友好和生产稳定水平均有显著正向影响。(2)契约生产模式的作用机制在于分工深化,通过货币资本迂回和人力资本迂回缓解养殖场户的资金和技术约束,通过生产资料迂回推动生猪养殖方式向适度规模化经营和智能化应用转变,进而促进生猪养殖高质量发展。(3)契约生产模式的影响效果在不同内外部环境下存在差异,高学历、南方地区和非洲猪瘟暴发前投产的养殖场户,参与契约生产模式对生猪养殖高质量发展水平的提升更明显。据此,建议政府因地制宜加快推广生猪契约生产模式,企业根据区域和个体特性提供差异化合作方案,政府、企业和养殖场户三方合作加强疫病防控和风险管理意识以提升产业韧性。

关键词:契约生产模式;分工深化;生猪养殖;高质量发展;双重机器学习模型

一、引 言

在全球农业转型和现代化的背景下,生猪养殖业正面临着日益增长的质量、安全和效率要求。中国作为全球最大的猪肉生产与消费国,生猪产业的高质量发展不仅关乎国内粮食安全,对全球农产品市场也具有深远影响(高海秀等,2020;张士云等,2021)。2021年农业农村部、国家发展改革委、财政部、生态环境部、商务部、银保监会六部门联合印发的《关于促进生猪产业持续健康发展的意见》中明确提出,用5~10年时间,基本形成产出高效、产品安全、资源节约、环境友好、调控有效的生猪产业高质量发展新格局。如何有效测度和推动生猪产业高质量发展成为亟待解决的重要问题。

学术界对农业高质量发展内涵界定和水平测度的探讨与新发展阶段国家战略要求同步。已有研究的界定逻辑大体可归纳为三类:一是基于新发展理念,从创新、协调、绿色、开放、共享五个方面阐释农业经济高质量发展内涵(黎新伍等,2020;Cui等,2022;Qin等,2022;张建伟等,2023),应用广泛;二是借鉴

* 项目来源:国家自然科学基金重点项目“基于可持续发展的畜牧业现代化路径与政策支持体系研究”(编号:72033009),中国农业科学院科技创新工程项目(编号:10-IAED-01-2024)。本研究调研由中国农业科学院王明利研究员、杨春研究员和安徽农业大学江激宇教授分别带队,中国农业科学院鄢朝辉、于杰、李静、南子慧、王鑫、孙雨萌,安徽农业大学黄胜男、王嘉慧、姜倩文,中国农业大学李然以及皖西学院宋浩楠参加调研,在此特表感谢。王明利为本文通讯作者

国际可持续发展共识 构建经济、社会、环境、资源等多维度协调的可持续发展或高质量发展框架(Pang 等 2020; 杨念等 2022) ; 三是结合党的十九大^{*} 报告对高质量发展的要求和农业生产特点 , 从效率、效益、绿色、可持续等方面对农业高质量发展内涵进行界定。例如孟凡会等(2024) 认为农业高质量发展涵盖农业生产水平、农业生产效率、农业绿色程度和可持续发展。蒋辉等(2022) 在绿色农业环境和高效农业产业外 , 还特别关注生产经营体系的完备。第一和第二种界定思路政策和理论依据较强 , 但没有体现出农业高质量发展区别于经济高质量发展的独特性; 第三种界定思路虽强调农业部门特性 , 但依赖于学者主观认知 , 难以进行客观对比。从研究领域来看 , 在农业高质量发展的相关研究中 , 关于畜牧业高质量发展内涵探讨较少 , 具体到生猪产业的研究更少 , 且界定标准不一(王明利等 2022; 李春雷等 2023) 。从测度方法来看 , 高质量发展通常用(绿色) 全要素生产率(郝一帆等 2019; 谷锐等 2020) 或综合评价指标体系衡量(朱战国等 2023; Feng 等 2024; 王明利等 2025) 。前者虽有较好的经济理论支撑 , 但反映不够全面; 后者虽较全面 , 但指标选取主观性较强 , 且现有文献中指标赋权以熵值法为主(辛岭等 2019; 江激宇等 2022; Yuan 等 2024) , 对各指标现实意义和重要程度反映不足。

除内涵界定和水平测度外 , 学者们进一步探讨了农业高质量发展的实现路径。大部分研究基于问题和目标导向 , 通过梳理产业发展的理论和历史逻辑提出针对性对策; 少部分研究基于现实案例总结经验 , 或在测度得到产业高质量发展水平后 , 进行影响因素实证分析(刘涛等 2020; 于法稳等 2021; 宦梅丽等 2022) 。整体来看 , 实证研究较为薄弱且不够聚焦 , 宏观统计数据应用较多 , 但微观调研数据验证不足。具体如何推动农业高质量发展? 从研究结果来看 , 学界曾普遍认为规模化经营是关键所在。关于畜牧业和生猪产业高质量发展影响因素和优化路径的研究也突出了规模经营、产业集聚等因素的作用(王明利等 2022; Zhang 等 2022) , 但在“大国小农”的基本国情下 , 有研究表明内部规模经济对产业发展的作用有限 , 专业化分工为农业高质量发展开拓了新空间(罗必良 2022) 。实际上 , 报酬递增是产业专业化分工的结果(阿林·杨格等 1996; 杨小凯 2003; 亚当·斯密 2009) , 本质上分工深化和生产迂回才是经济增长的源泉(朱富强 2011; Chaney 等 2013) 。但由于专业化分工指标的难以衡量以及规模化的可显性和可对比性 , 以往研究大多选择强化规模经济 , 淡化专业化分工(张国强 2011) 。

随着规模经营的风险和局限性逐步显现 , 服务外包、契约生产等分工合作行为在实践和学术研究中越来越受重视(张丽等 2021; Reardon 等 2024; 罗必良等 2025) 。但相关研究还存在一些局限和争议: 一是生猪养殖业相比种植业更易实施标准化生产 , 分工程度也更高。特别是在技术进步和非洲猪瘟疫情等的影响下 , 近年来中国生猪契约生产模式加速发展 , 2023 年生猪出栏量排名前 20 的生产企业中 , 采用契约生产模式的生猪出栏量占比已达 50%^①。在产业转型升级的关键时期 , 契约生产模式为普通养殖场户参与现代化大生产提供了宝贵机会 , 不仅巩固了养殖场户在产业链中的重要地位 , 对生猪产业保供稳价也具有突出作用。但学者们对生猪产业契约生产模式的关注度远低于种植业中的同类模式 , 学术研究成果也明显滞后于生猪产业发展实践。二是虽然大量研究证实契约生产模式在降低市场风险、提高产品质量等方面发挥着重要作用 , 能有效推动产业规模化进程和带动农户增收增效(Wang 等 2014; Arouna 等 2021; Tefera 等 2021; 郭熙保等 2022) , 但鉴于小农户在市场格局中的相对弱势地位 , 也有很多学者认为契约生产模式预期能达成的合作效益在实践中可能大打折扣 , 甚至存在直接或间接侵害小农户权益的风险(Vicol 2017; Bellemare 等 2018) 。据此 , 本文聚焦生猪养殖业 , 基于 7 个省份实地调研数据 , 利用双重机器学习法评估契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响 , 从专业化分工视角揭示其作用机制 , 并探讨在不同内外部环境下的影响差异。通过上述研究 ,

* 中国共产党第十九次全国代表大会 简称党的十九大

① 根据各上市公司年度报告、招股说明书、临时公告、评级报告、笔者团队及积牧网·新猪派调研数据整理计算得到

以期从契约生产模式角度为提升中国生猪养殖高质量发展水平提供有效的对策建议。

相较以往研究，本文存在的边际贡献在于：第一，揭示契约生产模式推动生猪养殖高质量发展的动力来源于专业化分工和制度保障，并提出“货币资本迂回、生产资料迂回和人力资本迂回”三重传导机制，拓展了分工理论在农业范畴的应用边界，为生猪产业高质量发展选择合作化道路提供理论支撑。第二，为弥合既有文献关于契约生产模式合作效益及农户权益的争议，本文通过多种双重机器学习模型控制高维变量、降低模型错设风险，并采用工具变量估计方法解决可能存在的内生性问题，以更准确地评估契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响，同时考察在不同内外部情境下的影响差异，以明确研究结论的适用边界并提出针对性对策建议。第三，以政策文件为指引，基于时效性和代表性更强的7个省份实地调研数据，构建既契合政策导向也凸显产业特性的生猪养殖高质量发展指标体系，并运用专家打分法和CRITIC法主客观结合对指标权重进行赋权，进一步增强指标体系的科学性和现实适用性。

二、理论分析框架

(一) 契约生产模式与生猪养殖高质量发展：基本判断

生猪养殖迈向高质量发展，是一个涵盖生产效能提升、产品品质进阶、资源环境友好和市场适应性增强等多维度优化的系统性进程。当前，中国生猪养殖业仍存在发展不平衡不充分的问题。聚焦国内产业格局，中小养殖场户发展空间被集团场和规模场挤压；对标国际养殖业先进水平，中国生猪养殖可持续发展能力还存在一定差距（胡浩等，2022）。

专业化分工是破解发展不平衡不充分问题、推动生猪养殖高质量发展的关键路径之一。古典经济学时期，亚当·斯密在《国富论》中提出，劳动分工能极大地提高生产效率。在亚当·斯密绝对优势理论基础上，大卫·李嘉图提出的比较优势理论强调，当不同主体间存在比较优势差异时，应聚焦各自优势领域进行专业化生产，并借助开放贸易实现整体和个体的福利提升。生猪养殖企业在饲料加工、优良品种选育、疫苗开发、销售渠道开拓等资金和技术密集型环节展现出明显的规模效应优势，在育肥环节则受到土地和劳动力的限制。而数量众多的养殖场户可以利用家庭劳动力和土地资源，养殖管理具有高责任感和投入度，但市场竞争力和衔接能力较弱。因此，企业和养殖场户存在分工的基础和需求。同时，生猪养殖具有相对稳定的生产周期、可标准化的饲养和管理流程以及供应链的深度整合等分工适宜条件，打破了“斯密猜想”的农业天然存在分工障碍论断。

在专业化分工需求和现实可行基础上，契约生产模式以契约为纽带建立分工双方的合作。在该模式下，企业与合作养殖场户签订委托养殖合同。企业负责育种、营养配方及防疫技术研发，统一生产或采购猪苗、饲料、兽药、疫苗等生产要素并提供给养殖场户，用于生猪饲养直至出栏。养殖期间，企业围绕饲养管理、疫病防控、环保处理等关键环节提供标准化技术支持与服务。当生猪达到出栏天数时，养殖场户需按企业指定的地点和方式交付产品，由企业组织对外销售，并与养殖场户结算，支付委托养殖费用，完成该批次合作。若双方有意延续合作，需重新签订委托养殖合同，进入下一批次的养殖周期。契约生产模式分工合作流程如图1所示，该模式根据企业和养殖场户双方比较优势进行资源优化配置，能够获得任何一方单独经营无法实现的合作剩余，有助于提高整个产业的生产效率和竞争力。此外，契约生产模式下的制度保障能在控制交易费用的同时为双方提供获得内生比较优势的机会。例如约定出栏数量、质量标准和结算依据等，可以大幅减少交易费用、降低双方风险、减少矛盾纠纷（白雪冰等，2023）；合理的激励和约束机制更有助于保障分工合作的稳定，引导双方共同推动产业高质量发展。因此，专业化分工和制度保障下的契约生产模式有望成为解决中国生猪养殖业发展不平衡不充分问题的重要路径。

基于以上分析，本文提出如下研究假说：

假说 H1：契约生产模式能够推动生猪养殖高质量发展。

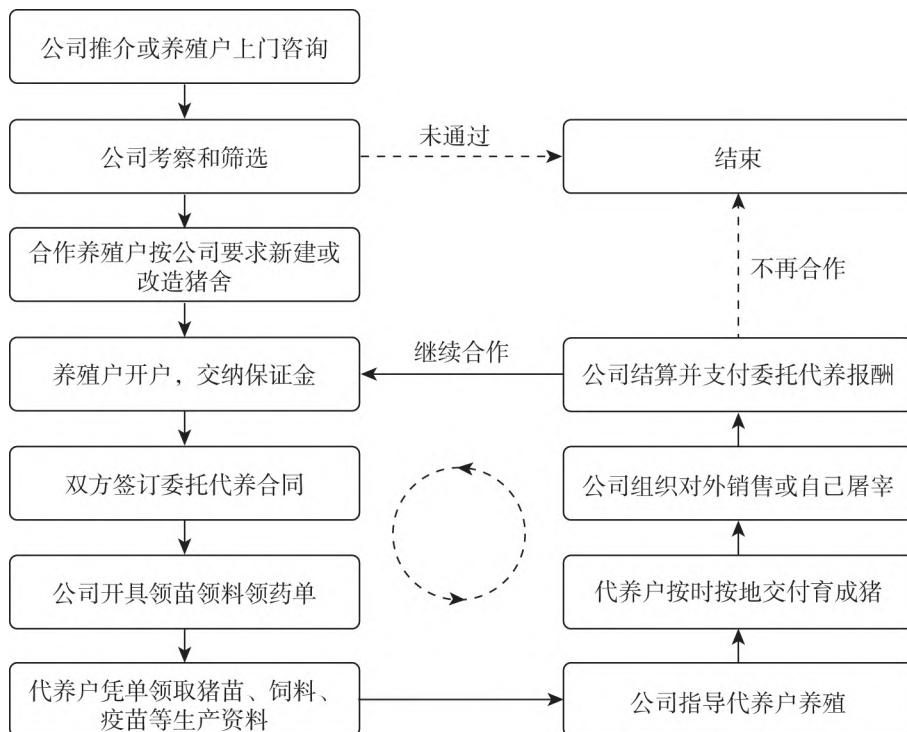


图1 契约生产模式分工合作流程

(二) 契约生产模式下的三重迂回生产机制: 机理分析

在对契约生产模式专业化分工和制度保障体系进行深入剖析的基础上，本文结合分工深化下的迂回生产机制，进一步阐释该模式对生猪养殖高质量发展的作用机理。根据迂回生产理论，先进行生产资料生产，再运用生产资料生产消费产品，有助于提高生产效率（戚聿东等，2024）。契约生产模式是一种典型的迂回生产模式，然而，目前鲜有研究深入探讨其迂回生产效应，本文主要从货币资本、生产资料和人力资本三个维度进行分析。

1. 货币资本作为产业运转的“血脉”，其迂回机制是契约生产模式推动生猪养殖高质量发展的关键起始点。传统独立养殖场户常面临资金困境（自我积累缓慢，外部融资又因规模小、风险高、抵押物匮乏而受阻），限制了其扩大生产与技术升级。契约生产模式能够重塑养殖场户的资金获取与运用逻辑。一方面，契约生产中养殖场户无需实际支付仔猪（或母猪分摊成本）、饲料、疫苗等采购费用，而是在育肥完成后依据合同约定按虚拟价格或指标进行结算，缓解了养殖场户生产前期的资金投入压力，养殖场户得以将有限资金聚焦于养殖关键环节，提升资金利用效率；另一方面，凭借企业信用背书及稳定收益预期，养殖场户借贷能力得以跃升，金融机构更愿意为养殖场户提供信贷支持，实现货币资本跨主体高效配置（Key 等，1999）。货币资本迂回不仅缓解了养殖场户的资金约束，在“转移资金需求—建立借贷关系—实现资本增值”的良性循环下，也有助于实现金融和生猪产业的协同发展。

2. 生产资料迂回是契约生产模式下推动产业变革的有效手段，也是分工深化的最直接体现。借鉴杨小凯（2003）的划分，生产资料迂回包括随生产资料数量（本文为规模化经营水平）和生产资料种类（本文为智能化设备应用水平）增多而提高的迂回经济效应，分别被认定为A类迂回和B类迂回。A类

迂回可结合规模经济理论,在特定时期内规模扩大有助于降低生产成本,提高利润水平和市场竞争力(李成龙等,2024)。小散户的管理粗放、谈判力弱、信息滞后、资金和技术限制等使其在产业竞争中处于弱势(谭永风等,2022;钟真等,2024)。后非洲猪瘟时代,疫病防控和成本控制要求日益提高,企业通常会对合作养殖场户设定最小批次养殖规模的限制。同时,通过整合产业链前端资源,企业为养殖场户保障仔猪、饲料等生产资料的稳定供应、育肥过程中的技术和管理支持以及育成猪的回收和销售,必要时提供资金支持,这些都为养殖场户规模化育肥提供了支撑(Meemken等,2020)。企业协同养殖场户构建起的“群体大规模、单体适度规模”生产格局,有助于增强产业抗风险能力与整体竞争力。从B类迂回视角看,智能化设备应用是迂回生产下推动产业高质量发展的新动能。在农村劳动力越来越稀缺,用工成本越来越高的背景下,以智能化设备替代传统人工粗放养殖,能大幅提升劳动生产率,减少资源浪费、提高生产效率(王子权等,2023)。企业作为科技研发和引进的重要主体,可以通过为合作养殖场户提供技术培训、设备供应、资金支持等方式,示范和推广智能化设施设备和技术。契约生产模式的风险管理和降低交易成本功能也使养殖场户更容易接纳对先进技术和设施设备的投资(Bellemare等,2018;毛慧等,2019)。可见,在契约生产模式下,养殖场户更有可能摆脱传统低效的“路径依赖”,通过规模化和智能化改造,转变生产方式,形成新质生产力,推动产业高质量发展。

3. 人力资本迂回是契约生产模式推动产业高质量发展的“软性”支撑。传统独立经营养殖场户较少接触到技术和管理前沿领域,人力资本提升缓慢,难以契合规模化和智能化转型的要求(张雪艳等,2025)。契约生产模式下,企业能够通过知识和技能的培训、指导和协助,传递先进技术和管理经验,提升养殖场户的人力资本(仇童伟等,2020;张露等,2021)。同时,契约生产模式下的专业化分工及标准化生产能提升养殖场户技能熟练程度并节约工种转换的时间损失。随着更多养殖场户进入契约生产模式,生产迂回程度提高,分工深化带来的专业化生产提升了市场供给能力,会反过来促进市场需求的增长,形成一个正向反馈机制,即“分工决定分工”。这种循环机制驱动行业技术水平不断提高,为生猪养殖高质量发展注入持续内生动能。

基于以上分析,本文提出如下研究假说:

假说 H2: 契约生产模式通过“三重迂回机制”——货币资本迂回缓解养殖场户资金约束,生产资料迂回推动养殖场户向规模化和智能化生产转变,人力资本迂回提升养殖场户技术水平,进而促进生猪养殖高质量发展。

(三) 契约生产模式对生猪养殖高质量发展影响的异质性分析: 分类考察

前文所述专业化分工、制度保障和三重迂回机制为契约生产模式促进生猪养殖高质量发展提供了普适性解释,但根据内外部资源基础和情境的不同,其作用效果也可能存在显著差异。厘清在何种内外部情景下,契约生产模式能更好地推动生猪养殖高质量发展,有助于加强研究结论的现实适用性,推动构建适应性优化路径。因此,本文从内生能力、外部环境和外部冲击三个方面对影响效应进行分类考察。

从养殖场户内生能力来看,受教育程度直接影响养殖场户的发展理念和学习应用能力(崔傲然等,2023)。高学历养殖场户通常具备更强的理论学习和实践能力,能更高效地利用公司提供的资源,在“干中学”中不断优化生产管理,从而提高养殖效率和产品质量。而低学历养殖场户可能对新观念和新技术的接受度较低,资源整合和利用能力较差,需要更多的培训和指导才能有效提升其高质量发展水平(张杰等,2024)。

从外部环境来看,南北方地区的经济发展水平、自然资源和气候条件、市场需求与消费习惯等都存在显著差异,不同区域下契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响可能存在异质性(李洋等,2021)。一方面,南方地区水网密布、环保压力较大,养殖场户可能更愿意借助契约生产模式来降低投资成本和环保风险。另一方面,南方地区经济相对发达,人口相对集中,消费需求旺盛,基础设施和

市场机制较完善,农业产业化程度较高,有利于养殖场户更灵活地利用契约生产提供的信息、产品和技术支持,推动生猪养殖高质量发展。

从外部冲击来看,2018年8月开始在中国传播的非洲猪瘟疫情深刻影响了产业结构、养殖方式以及养殖场户信心(Ma等,2021)。在非洲猪瘟疫情“筛选”下,一些养殖场户因资金不足、管理不善或技术水平低等因素退出养殖市场,留下来的养殖场户通常具有较强的疫病防控和风险管理能力。此外,经历过非洲猪瘟疫情的养殖场户对生猪养殖过程中可能遇到的风险有更深刻的认识,在养殖管理中一般倾向于更谨慎稳健。因此,经历过非洲猪瘟疫情筛选的养殖场户参与契约生产模式或许能更好地实现高质量发展。

基于以上分析,本文提出如下研究假说:

假说 H3: 高学历养殖场户参与契约生产对生猪养殖高质量发展水平的提升更明显。

假说 H4: 南方的养殖场户参与契约生产模式对生猪养殖高质量发展水平的提升更明显。

假说 H5: 非洲猪瘟疫情暴发前投产的养殖场户参与契约生产模式对生猪养殖高质量发展水平的提升更明显。

综上所述,在专业化分工和制度保障下,契约生产模式能够推动生猪养殖高质量发展。其作用机制包括通过货币资本迂回和人力资本迂回缓解养殖场户的资金和技术约束,通过生产资料迂回推动生猪养殖方式向适度规模化经营和智能化应用转变。契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响效应在不同内生能力、外部环境和外部冲击下可能存在差异(见图2)。

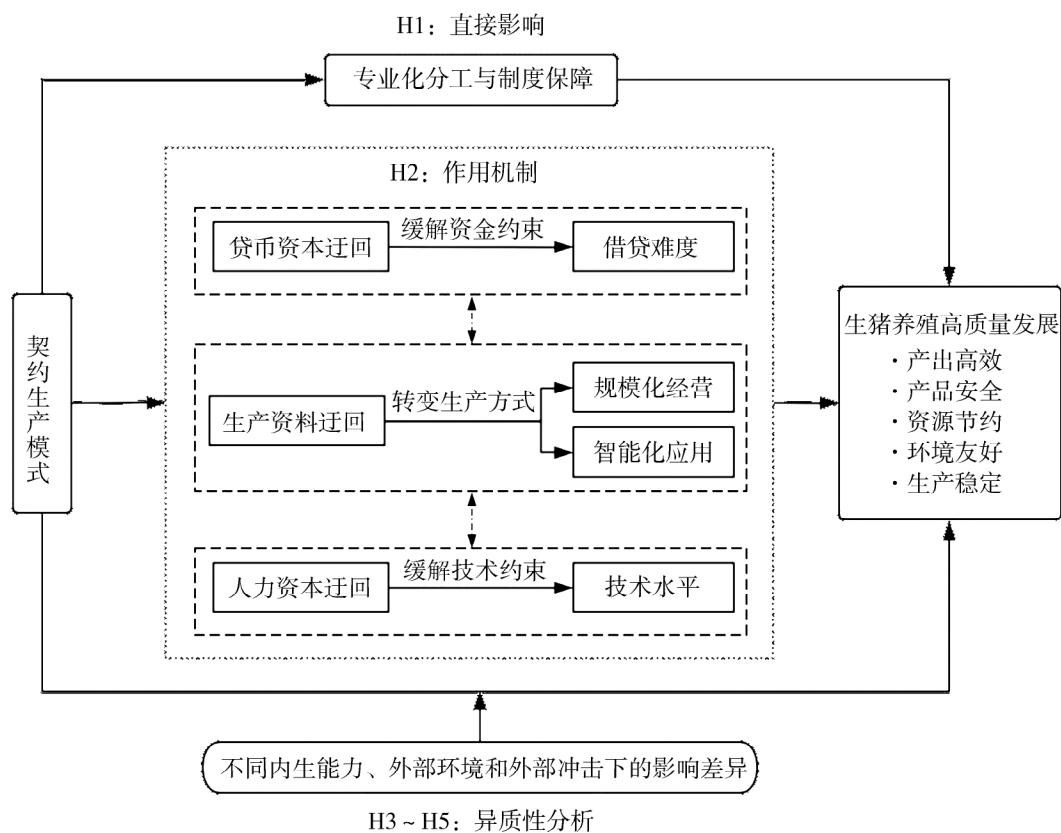


图2 契约生产模式影响生猪养殖高质量发展的分析框架

三、数据、变量与模型设定

(一) 数据来源

数据来源为课题组成员在2023年11月—2024年3月进行的实地调研数据。为保障数据的代表性和全面性,选取华南、华中、华东、西南和东北5个地区的7个典型省份^{*}作为调研区域,每个省份随机抽取2个生猪养殖大县(市、区)为实际调研地。考虑数据的可获取性和可对比性^{**},在每个样本县(市、区)通过当地畜牧主管部门随机选取约10个自养户(即未参与契约生产的生猪养殖场户)和10个代养户(即参与契约生产的生猪养殖场户),对养殖场户^{***}2023年生猪养殖情况进行一对问卷调查。调研共发放问卷300份,剔除关键信息缺失及出现逻辑错误的问卷,获得有效问卷278份,其中参与契约生产模式的养殖场户问卷140份,占比为50.36%,未参与契约生产模式的养殖场户问卷138份,占比为49.64%。调研样本分布情况如表1所示。

表1 调研样本分布情况

区域	省份	县(市、区)	样本数	占比(%)
华南	广东	开平	19	6.84
		新兴	16	5.76
	广西	平桂	20	7.19
		港南	23	8.27
华中	河南	方城	18	6.48
		内乡	20	7.19
	湖北	蕲春	20	7.19
		崇阳	19	6.84
华东	安徽	涡阳	21	7.56
		埇桥	20	7.19
西南	四川	邛崃	20	7.19
		仁寿	17	6.12
东北	辽宁	昌图	20	7.19
		朝阳	25	8.99

(二) 变量说明

1. 被解释变量。被解释变量为生猪养殖高质量发展。参考2020年国务院办公厅印发的《关于促进畜牧业高质量发展的意见》和2021年农业农村部等六部门联合印发的《关于促进生猪产业持续

* 根据国家统计局数据,广东、广西、河南、湖北、安徽、四川和辽宁7个省份2022年生猪存栏量均在1000万头以上,7个省份合计存栏量占全国总存栏量的40.78%。

** 非洲猪瘟疫情暴发后,行业对生物安全高度重视,养殖场户人员进出受限,入户调查也非常困难。调研时间段又处于行业快速扩张后的低价亏损期,养殖场户参与调研积极性不高。且契约生产模式的发展存在区域差异,而小规模自养户在疫病和市场冲击中快速退出,数量较少且分散。

*** 调研对象包括中小规模家庭养殖户和有一定规模但以家庭劳动力为主的养殖场

健康发展的意见》中提出的高质量发展新格局,在已有文献基础上,本文结合实际情况和数据可得性,构建一个包含产出高效、产品安全、资源节约、环境友好、生产稳定5个维度11个基础指标的评价指标体系来反映生猪养殖高质量发展水平(吴昊玥等,2021;Denver等,2023;任保平等,2024),指标具体构成如表2所示。为克服单一赋权方法的主观或客观局限性,提升权重分配的科学性与可信度,参考冀玄玄等(2024)研究,本文采用主观组合赋权法(专家打分法^{*}和CRITIC法结合)对指标权重进行赋权,两种赋权方法的权重均设为1/2,经简单线性加权后确定指标的最终权重(见表2)。

表2 生猪养殖高质量发展评价指标体系

目标层	准则层	指标层	度量方法	属性	权重
产出高效(B1)		日增重(C1)	净增重/育肥天数(克/天)	+	0.0922
		劳动生产率(C2)	出栏量×净增体重/生猪养殖劳动力数(吨/人)	+	0.0948
		养殖成本利润率(C3)	(头均养殖收入-头均养殖成本)/头均养殖成本×100%	+	0.0986
产品安全(B2)		产品质量(C4)	与市场平均水平相比,育肥猪质量:0=低,1=一样,2=高	+	0.1280
		育肥阶段死淘率(C5)	死亡或淘汰育肥猪数/初始存栏断奶仔猪数×100%	-	0.0685
生猪养殖高质量发展(A)	资源节约(B3)	料重比(C6)	消耗饲料总量/净增重	-	0.0887
		头均占地面积(C7)	养殖场占地面积/年出栏生猪数(平方米/头)	-	0.0501
环境友好(B4)		生态效率(C8)	既定投入要素和期望产出条件下,生猪养殖活动可能实现的最小污染物排放量(由包含非期望产出的超效率SBM模型测算得到)与实际排放量之比	+	0.1261
生产稳定(B5)		是否种养结合(C9)	1=是,0=否	+	0.1516
		出栏量波动率(C10)	2021—2023年年均育肥猪出栏量波动率(%)	-	0.0514
		养殖收入波动率(C11)	2021—2023年年均每头育肥猪养殖收入波动率(%)	-	0.0500

注:在生猪养殖领域,产品质量涵盖肉质鲜嫩度、肥瘦比例、药物残留量、营养成分含量等多个复杂维度,当前行业内尚未形成一套统一、便捷且普适的量化体系来精准测定这些指标。养殖场户出栏活猪通常不会直接进行质量检测,企业在屠宰时会对猪肉进行检测,近几年农业农村部公布的猪肉质量安全抽检合格率均在99%以上,2023年第一次国家农产品质量安全抽检中猪肉的合格率为99.9%(<https://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202306/t202306306431226.htm>) ;而在更高标准的产品质量方面,目前并无统一标准,且与市场消费习惯、地域偏好等非标要求有关。养殖场户产品综合质量会反映为交易价格(自养户)或契约收购价格(代养户),是养殖场户自我评价的重要客观依据。特别是在契约生产合同中,产品质量也是影响结算报酬的重要因素,如企业在回购产品时根据重量、表观等划分的一等品和二等品的单价有所差异。鉴于以上现实情况,产品质量指标使用养殖场户评价方式。

2. 处置变量。处置变量为契约生产模式参与行为,采用0-1虚拟变量。契约生产模式下,企业提供仔猪、饲料、药品等生产资料并给予养殖场户技术指导;养殖场户则需预付保证金,按企业要求进

* 邀请打分专家共19人,包括生猪产业经济领域专家(6人)、生猪企业家(6人)和地方畜牧业主管部门专家(7人)

行防疫和饲养管理;最终由公司按契约规定支付报酬,回购并销售育成猪。参与契约生产模式的养殖场户主要承担养殖风险,基本不受市场风险影响;而未参与契约生产模式的养殖场户需要自己负责生产资料采购和育成猪销售,自主经营且自负盈亏。

3. 机制变量。机制变量为货币资本迂回(借贷难度)、生产资料迂回(规模化经营水平和智能化应用水平)和人力资本迂回(养殖技术水平)。其中,规模化经营水平用养殖场生猪年出栏量来衡量;智能化应用水平用养殖场配备的智能化设备数量来衡量,通过询问养殖场户养殖场是否配备了智能化养猪场舍设计、智能化环境调控系统、智能化精准饲喂系统、智能化粪污处理系统、智能化疫病监管系统得到;养殖技术水平用养殖场户生产经营中尚未完全掌握且还需获得额外指导^{*}的技术数量来衡量,包括智能化生物安全与疫病防治技术、饲料配比技术、产仔繁育技术、饲养管理技术和智能化粪污处理技术。

4. 控制变量。为缓解遗漏变量偏误,参考已有研究并结合数据可得性(韦仕涛等,2023;王善高,2024),本文选取了一些其他因素作为控制变量,包括性别、年龄、是否本地人、受教育程度、家中是否有人是村或村级以上干部、养殖经验、是否加入合作社、交通便利情况及风险偏好。此外,由于不同地区在资源禀赋、政策等方面存在差异,本文纳入区域虚拟变量加以控制。

由表3的描述性统计可知,在不考虑控制其他变量的情况下,参与契约生产模式的养殖场户生猪养殖高质量发展水平及各准则层(产出高效、产品安全、资源节约、环境友好、生产稳定)均在1%的水平上显著高于未参与契约生产模式的养殖场户,初步推断契约生产模式能够带动生猪养殖场户高质量发展。在机制变量和控制变量方面,参与契约生产模式的养殖场户与未参与契约生产模式的养殖场户在借贷难度、规模化经营、智能化应用、养殖技术水平、年龄、受教育程度、家中是否有村或村级以上干部、养殖经验、是否加入合作社、风险偏好等方面均有显著差异。

(三) 双重机器学习模型设定

传统因果推断模型在处理高维数据时,通常需要事先对变量进行筛选或降维,如果选择模型设定错误,可能会导致估计偏差。而双重机器学习模型可以灵活地处理高维数据,还能通过分样本和交叉验证减少模型设定错误或拟合问题带来的偏差,提高估计的稳健性(Chernozhukov等,2018; Bodory等,2022; 张涛等,2023)。基于此,本文采用双重机器学习模型分析契约生产模式参与行为对生猪养殖高质量发展水平的影响及作用机制。构建部分线性的双重机器学习模型如下:

$$Y_i = \theta_0 D_i + h(X_i) + U_i, \quad E[U_i | X_i, D_i] = 0 \quad (1)$$

$$D_i = g(X_i) + V_i, \quad E[V_i | X_i] = 0 \quad (2)$$

其中,(1)式为主方程,(2)式为辅助方程。 Y_i 为因变量生猪养殖高质量发展水平; D_i 为处置变量契约生产模式参与行为; X_i 为控制变量向量; U_i 和 V_i 分别为主方程和辅助方程误差项,条件均值为0; θ_0 为需要推断的主要回归系数; $h(X_i)$ 和 $g(X_i)$ 的具体函数形式采用机器学习算法进行估算。

* 不包括契约生产模式下公司管理员或技术员提供的技术指导

表 3 变量定义和描述性统计

类别	变量	定义及赋值	总体均值 (n = 278)	处理组 均值 (n = 140)	对照组 均值 (n = 138)	均值差 t 检验
被解释变量	生猪养殖高质量发展		0. 6565	0. 7091	0. 6031	0. 1060 ***
	产出高效		0. 0832	0. 1051	0. 0610	0. 0441 ***
	产品安全	依照生猪养殖高质量发展评价指标体系(见表 2) 测算得到	0. 1568	0. 1687	0. 1448	0. 0239 ***
	资源节约		0. 1182	0. 1224	0. 1139	0. 0085 ***
	环境友好		0. 1989	0. 2123	0. 1852	0. 0271 ***
处置变量	生产稳定		0. 0994	0. 1006	0. 0982	0. 0024 ***
	契约生产模式	是否参与契约生产模式: 参与 = 1; 未参与 = 0	0. 5036	1. 0000	0. 0000	1. 0000
	借贷难度	很容易 = 4; 较容易 = 3; 一般 = 2; 较难 = 1; 很难 = 0	1. 9820	2. 2571	1. 7029	0. 5542 ***
机制变量	规模化经营水平	生猪年出栏量对数(头)	7. 6284	7. 8617	7. 3917	0. 4700 **
	智能化应用水平	猪场配备的智能化设备数量	1. 5468	2. 1929	0. 8913	1. 3016 ***
	养殖技术水平	还需要获得额外指导的技术数量	1. 6799	1. 4429	1. 9203	-0. 4774 ***
	性别	养殖负责人性别: 男 = 1; 女 = 0	0. 8777	0. 8714	0. 8841	-0. 0126
	年龄	养殖负责人实际年龄对数(岁)	3. 8639	3. 8430	3. 8850	-0. 0420 **
	是否本地人	是 = 1; 否 = 0	0. 8957	0. 9000	0. 8913	0. 0087
受教育程度		养殖人员最高学历: 大专及以上 = 3; 高中或中专 = 2; 初中 = 1; 小学及以下 = 0	1. 8669	1. 6286	2. 1087	-0. 4801 ***
	家中是否有村或村级以上干部	有 = 1; 无 = 0	0. 0791	0. 0500	0. 1087	-0. 0587 *
控制变量	养殖经验	养猪年限(年)	8. 5360	5. 7571	11. 3551	-5. 5979 ***
	是否加入合作社	加入 = 1; 未加入 = 0	0. 1295	0. 0929	0. 1667	-0. 0738 *
	交通便利情况	养猪场离最近的集市距离(公里)	6. 9165	6. 6279	7. 2094	-0. 5816
	风险偏好	养殖负责人投资选择偏好: 风险规避型 = 2; 风险中立型 = 1; 风险偏好型 = 0	1. 3669	1. 5357	1. 1957	0. 3401 ***

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著。均值差由参与契约生产模式养殖场户各指标均值与不参与契约生产模式养殖场户相应指标均值相减得到。下同

四、实证结果及分析

(一) 契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响

使用双重机器学习中的部分线性模型(随机森林算法, 样本折数 1: 3) 检验契约生产模式对生猪养殖高质量发展及准则层指标的影响, 结果如表 4 显示。可以看出, 参与契约生产模式的养殖场户生

猪养殖高质量发展指数提升了 0.1073 ,在 1% 的水平上显著。具体而言 ,该模式在产出高效、产品安全和环境友好维度的提升效应最为显著 ,分别提升 0.0353(贡献度 32.9%) 、 0.0306(贡献度 28.5%) 和 0.0304(贡献度 28.3%) ,而在资源节约和生产稳定维度的提升空间仍有待释放 ,分别提升 0.0066(贡献度 6.1%) 和 0.0025(贡献度 2.3%) ,系数均在 1% 的水平上正向显著。这表明契约生产模式能全面提升生猪养殖高质量发展水平 ,研究假说 H1 得以验证。可见 ,契约生产模式对普通养殖场户的带动作用明显 ,不仅未损害其效益 ,反而有效促进了其高质量发展 ,成为解决生猪养殖产业发展不充分不平衡问题的有效路径。这主要是由于:一方面 ,在生猪养殖设备“智能化”、养殖流程“标准化”、养殖户“工人化”趋势下 ,生猪产业分工障碍不断减少 ,产前、产中、产后各环节的可分性增强 (王惠等 ,2025) 。企业凭借资金、技术和市场渠道优势 ,专注于市场开拓、技术研发和品牌建设;养殖场户则利用自身养殖经验和场地资源 ,致力于养殖环节精细化管理。这种分工使双方充分发挥自身比较优势 ,降低生产成本 ,提高生产效率 ,推动产业升级。另一方面 ,契约生产模式通过制度设计明确交易流程与行为准则 ,有效降低了信息搜寻成本、谈判成本和履约成本 ,为双方合作构建了制度保障 ,使其得以有序推进。综上 ,契约生产模式下的企业和养殖场户通过分工和合作 ,共同提升产业整体高质量发展水平 ,此结论为契约生产模式在学术论证与产业实践中的有效性增添了实证论据。实地调研中也发现 ,近年来双方违约率维持在较低水平 ,长期合作共赢已成为企业和养殖场户共同追求的目标。主要原因可能有两个方面 ,一是在市场经济发展中 ,企业越来越重视声誉资本在长期竞争中的核心价值 ,下行市场中也会保证养殖场户利益 ,以稳固合作根基 (于滨铜等 ,2023) 。同时 ,企业选择合作养殖场户时 ,也会考察个人信誉。二是契约生产的制度设计越来越合理 ,通过明确双方的权利与义务 ,规范交易流程和行为准则 ,提高了违约成本 ,降低了违约可能性。

表 4 基于双重机器学习(部分线性模型)的契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响

变量	(1) 生猪养殖 高质量发展	(2) 产出高效	(3) 产品安全	(4) 资源节约	(5) 环境友好	(6) 生产稳定
契约生产模式	0.1073 *** (0.0146)	0.0353 *** (0.0043)	0.0306 *** (0.0049)	0.0066 *** (0.0016)	0.0304 *** (0.0109)	0.0025 *** (0.0007)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
区域虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	0.0011 (0.0051)	-0.0011 (0.0015)	-0.0003 (0.0018)	0.0006 (0.0007)	0.0031 (0.0040)	0.0000 (0.0004)
样本量	278	278	278	278	278	278

注: 括号内数值为稳健标准误。下同

(二) 稳健性检验

1. 缩尾处理。回归样本中的异常值可能会使估计结果有偏 ,因此 ,本文将前文基准回归中除处置变量外的所有连续变量在 1% 和 5% 分位上做缩尾处理 ,替换超出 98% 和 90% 区间内的异常值再进行回归估计。表 5(1) 列结果显示 ,1% 和 5% 缩尾处理后 ,契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响系数分别为 0.1033 和 0.0883 ,均在 1% 水平上显著为正。

2. 重设机器学习样本分割比例。机器学习的样本分割比例会影响交叉拟合的预测结果 ,因此 ,本文将前文基准回归中的样本折数(Kfolds) 1 : 3 改为 1 : 5 和 1 : 8 再进行回归估计。表 5(2) 列结

果显示,按1:5和1:8重设机器学习样本分割比例后,契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响系数分别为0.0981和0.0931,均在1%水平上显著为正。

3. 更换机器学习算法。不同预测算法下的机器学习结果存在差异,因此,本文将前文基准回归中的随机森林算法更换为套索回归(Lassocv)、梯度提升树(Gradboost)以及支持向量机(Svm)算法再进行回归估计。表5(3)列结果显示,更换机器学习算法为Lassocv、Gradboost和Svm后,契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响系数分别为0.1065、0.0878和0.0920,均在1%水平上显著为正。

4. 考虑变量间组合效应。前文基准回归中采用双重机器学习中的部分线性模型进行预测分析,尽管综合考虑了线性关系和非线性关系,但未考虑变量间的组合效应,因此,本文采用双重机器学习中的交互式模型进行稳健性检验。表5(4)列结果显示,更换机器学习模型后,契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响系数为0.1346,仍在1%水平上显著为正。

表5 双重机器学习稳健性检验结果

变量	(1)		(2)		(3)			(4)	
	缩尾处理		改变样本分割比例		更换机器学习算法			考虑变量间组合效应	
	1%缩尾	5%缩尾	Kfolds=5	Kfolds=8	Lassocv	Gradboost	Svm	交互式模型	
契约生产模式	0.1033 *** (0.0137)	0.0883 *** (0.0122)	0.0981 *** (0.0149)	0.0931 *** (0.0151)	0.1065 *** (0.0146)	0.0878 *** (0.0143)	0.0920 *** (0.0120)	0.1346 *** (0.0415)	
控制变量	已控制								
区域虚拟变量	已控制								
常数项	0.0013 (0.0050)	0.0014 (0.0046)	0.0026 (0.0051)	0.0017 (0.0051)	0.0008 (0.0052)	0.0029 (0.0054)	-0.0034 (0.0058)	—	
样本量	278	278	278	278	278	278	278	278	

5. 内生性处理。考虑到可能存在的内生性问题,为得到更可靠的结论,参考薛永基等(2024)研究,本文采用养殖场户对契约生产模式的认知程度这一指标作为工具变量。采用工具变量法两阶段最小二乘(IV-2SLS)、工具变量法有限信息极大似然估算(IV-LIML)以及工具变量法广义矩估计(IV-GMM)和双重机器学习中的部分线性工具变量模型进行检验。Kleibergen-Paap rk Wald F统计量和Kleibergen-Paap rk LM统计量结果表明,工具变量选取可靠,为强工具变量。表6回归结果表明,在对内生性问题进行处理后,仍能得到参与契约生产模式能显著提升生猪养殖高质量发展水平的结论,提升效果分别为0.1391(IV-2SLS、IV-LIML和IV-GMM)和0.1270(双重机器学习-部分线性IV模型)。

综上,契约生产模式能够促进生猪养殖高质量发展的结论较为稳健,参与契约生产模式的养殖场户生猪养殖高质量发展指数约能提升0.1。

(三) 契约生产模式对生猪养殖高质量发展影响的分工深化机制检验

依据前文理论分析,在明确契约生产模式能够推动生猪养殖高质量发展的基础上,进一步检验其作用路径。以货币资本迂回(借贷难度)、生产资料迂回(规模化经营和智能化应用)和人力资本迂回(技术水平)作为被解释变量,采用双重机器学习中的部分线性工具变量模型估计契约生产模式的处理效应。表7结果显示,养殖场户参与契约生产模式显著降低了其借贷难度,提升了其规模化经营水

平、智能化应用水平和养殖技术水平。根据 Kenny 等(1998) 和江艇(2022) 提到的两步法中介检验 ,结合前文实证结果可以认为 契约生产模式能够通过货币资本迂回、生产资本迂回和人力资本迂回促进生猪养殖高质量发展。研究假说 H2 得以验证。可能的原因在于:首先 ,货币资本方面 ,在传统养殖模式下 ,养殖场户需要预先投入大量资金用于采购仔猪、饲料、疫苗等生产资料 在生产前期就占用了养殖场户有限的流动资金。而在契约生产模式下 ,养殖场户无需预先支付这些采购费用 仅需在育肥完成后按合同约定结算 ,这种后置结算方式极大地减轻了养殖场户生产前期的资金负担(李静等 ,2024)。从经济学角度来看 这相当于为养殖场户提供了一种无息的短期融资 ,使他们能够将有限的资金精准投入到养殖核心环节 ,从而显著提高资金利用效率 ,增强养殖生产的可持续性。此外 ,在企业信用背书和可预见收益的评估下 ,金融机构更倾向于为企业代养户提供信贷支持。这种基于产业链信用的金融支持机制 不仅拓宽了养殖场户的融资渠道 还实现了货币资本在企业、养殖场户与金融机构等主体间的高效流转与配置。其次 ,生产资料方面 ,企业通过深度整合产业链上下游资源 ,为养殖场户提供稳定且优质的生产资料供应。同时 ,企业给予养殖场户全方位的技术支持 ,包括先进养殖技术的传授、智能化养殖设备的应用指导等 ,以及必要的资金援助(王玉峰等 ,2024)。这一系列举措有效降低了养殖场户养殖成本和风险 ,有力推动了生猪养殖的规模化经营进程 加速了智能化养殖设备在养殖环节的普及 ,推动生猪养殖从传统粗放型向现代集约型转变 符合产业转型升级的发展趋势。最后 ,人力资本方面 ,企业通过系统化的培训 ,帮助养殖场户掌握先进的养殖技术和管理理念 ,提高其在养殖过程中的决策能力和问题解决能力。人力资本的提升有助于推动养殖场户从传统的经验型养殖向科学化、现代化养殖转变 ,是对产业高质量发展的软性支撑。综上 ,在货币资本迂回机制、生产资本迂回机制和人力资本迂回机制的共同作用下 ,契约生产模式能够缓解养殖场户的资金和技术约束 打破传统的“路径依赖” 推动生产方式向适度规模化和智能化转变 ,以适应新时代产业要求 ,促进生猪养殖高质量发展。

表 6 工具变量估计稳健性检验结果

变量	(1) 工具变量法两 阶段最小二乘	(2) 工具变量法有限信息 极大似然估算	(3) 工具变量法 广义矩估计	(4) 双重机器学习-部分 线性工具变量模型
契约生产模式	0.1391 *** (0.0171)	0.1391 *** (0.0171)	0.1391 *** (0.0171)	0.1270 *** (0.0186)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
区域虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	0.7248 *** (1.5728)	0.7248 *** (1.5728)	0.7248 *** (1.5728)	0.0011 (0.0051)
Kleibergen - Paap rk Wald F 统计量		281.7010 ***		—
Kleibergen - Paap rk LM 统计量		91.8620 ***		—
样本量	278	278	278	278

(四) 不同内生能力、外部环境和外部冲击下的影响差异

判断契约生产模式的有效性 ,并探寻其优化发展路径 还需要考虑其在不同内外部情境下的差异化表现。本文分别从不同内生能力(受教育水平) 、外部环境(区域分布) 和外部冲击(非洲猪瘟) 视角讨论契约生产模式对生猪养殖高质量发展影响的异质性 ,对分组样本均采用双重机器学习中的部

分线性模型进行实证检验。异质性回归结果如表 8 所示。

表 7 分工深化机制检验结果

变量	货币资本迂回		生产资料迂回		人力资本迂回
	(1)	(2)	(3)	(4)	
	借贷难度	规模化经营水平	智能化应用水平	养殖技术水平	
契约生产模式	0. 7651 *** (0. 2794)	0. 6360 ** (0. 2766)	1. 5066 *** (0. 3444)	-0. 5389 * (0. 2815)	
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	
区域虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制	
常数项	0. 0106 (0. 0704)	0. 0672 (0. 0829)	-0. 0502 (0. 0904)	-0. 0379 (0. 0700)	
样本量	278	278	278	278	

1. 内部受教育水平的异质性分析。教育是提升劳动力质量的重要路径,不同受教育水平的养殖户参与契约生产模式的效果可能存在差异。参照赵佳佳等(2023)研究,本文将养殖户最高学历为初中及以下的养殖场划分为低学历组,养殖户最高学历为初中以上(不含初中)的养殖场划分为高学历组,进行受教育水平维度的异质性考察。表8(1)列和(2)列结果显示,契约生产模式对不同学历水平的养殖场户均呈现显著的高质量发展促进效应。从系数差异看,该模式对高学历养殖户的提升效能更为突出——其生猪养殖高质量发展水平的估计系数比低学历养殖户高出0.0088,且高学历组回归结果在1%的水平上显著,低学历组回归结果在5%的水平上显著。研究假说H3得以验证。这可能是由于在分工深化和迂回生产方式下,生猪养殖业的技术迭代速率大幅加快,生产和管理流程日益精密,单纯依赖体力劳动的传统作业方式已难以适配现代产业发展需求。在产业转型背景下,知识储备、技术理解与运用以及经营管理智慧等人力资本要素在产业发展中的重要性愈发凸显(王惠等2025)。高学历养殖户通常在知识储备、学习能力、信息获取等方面有一定优势,能够更高效地理解并应用前沿养殖技术,优化养殖场内部管理流程,进而深度契合契约生产模式中的精细化生产和标准化管理等要求,最大化释放契约合作的效益潜能。可见,培育有文化、懂技术、善经营的新型高素质农民是推动生猪养殖高质量发展的重要抓手。

2. 外部区域环境的异质性分析。不同的区域在自然地理条件、经济发展格局、市场完备程度以及政策施行导向等诸多方面存在差异,这些差异或许会影响契约生产模式在当地生猪养殖领域的实践成效。本文以秦岭—淮河为界将调研样本分为南方组和北方组,进行外部区域环境维度的异质性考察。表8(3)列和(4)列结果显示,无论是南方还是北方的养殖场户,参与契约生产模式均能促进生猪养殖高质量发展,可见契约生产模式的赋能作用具有超越地理区位的普适性。对比来看,该模式对南方地区养殖户的提升效能更为突出——其生猪养殖高质量发展水平的估计系数比北方地区养殖户高出0.0741,且南方组回归结果在1%的水平上显著,而北方组回归结果在10%的水平上显著。研究假说H4得以验证。这可能是由于南方地区在地理条件、市场发育、产业生态等方面具有综合优势,为契约生产模式推动生猪养殖高质量发展提供了更优越的外部环境(李峰波等,2024)。回溯产业发展历程,2015年前后,在南方环保压力加大、北方饲料原料产区价格优势凸显和政策*引导下,“南猪北养”一度成为阶段性趋势,养殖企业纷纷积极北进布局。但在非洲猪瘟疫情暴发后,北方

* 例如《全国生猪生产发展规划(2016—2020年)》《农业部关于促进南方水网地区生猪养殖布局调整优化的指导意见》等政策

的平原地貌和漫长的寒冷冬季,使得防疫难度和成本双高;而南方消费市场扩容升级,冷链物流及配套产业成熟,叠加温和气候利于疫病防控、养殖成本可控等利好,逐渐吸引养殖产能回流。可见,契约生产模式的应用和推广也要充分考虑区域环保规制、成本结构动态、政策导向变迁、疫病防控形势以及市场需求波动等多元因素,依据不同区域特质进行灵活适应性调整,以确保在复杂多变的外部环境中持续发挥效能。

3. 外部疫病冲击的异质性分析。非洲猪瘟疫情对于生猪养殖业的影响深刻且长久。本文将养殖场户分为在2019年^{*}前投产和2019年后(含2019年)投产两个子样本,进行外部疫病冲击维度的异质性考察。表8(5)列和(6)列结果显示,无论是非洲猪瘟暴发前投产还是非洲猪瘟暴发后投产的养殖场户,契约生产模式都能有效带动其生猪养殖业高质量发展水平,可见契约生产模式具有跨越疫情阶段的普适赋能作用。对比来看,该模式对非洲猪瘟暴发前投产养殖场户的提升效能更为突出——其生猪养殖高质量发展水平的估计系数比非洲猪瘟暴发后投产养殖场户高出0.0284,两组回归结果均在1%的水平上显著,研究假说H5得以验证。可能的原因是非洲猪瘟疫情对养殖场户有“筛选”效应。疫情冲击下,资金短缺、管理不善、技术落后的养殖场户被迫退出,存续下来的养殖场户在疫病防控、资金、管理、技术等方面往往具有优势,这些优势与契约生产模式的精细化、标准化要求适配度更高,有利于释放潜能。此外,经历过非洲猪瘟疫情的养殖场户出于对疫病风险的深刻认识,在养殖管理中倾向于采取更加严谨和精细的经营策略,进一步增强了契约生产模式对生猪养殖高质量发展的提升效果(徐戈等,2023)。可见,外部冲击也可以成为产业发展的催化剂。

表8 异质性分析结果

变量	内生能力—受教育水平		外部环境—区域分布		外部冲击—非洲猪瘟	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低学历	高学历	南方	北方	非瘟暴发前投产	非瘟暴发后投产
契约生产模式	0.0803 ** (0.0379)	0.0891 *** (0.0187)	0.1197 *** (0.0216)	0.0456 * (0.0272)	0.1221 *** (0.0193)	0.0937 *** (0.0295)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
区域虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	-0.0025 (0.0094)	0.0102 (0.0071)	0.0040 (0.0076)	0.0013 (0.0075)	-0.0011 (0.0062)	-0.0020 (0.0099)
样本量	111	167	154	124	178	100

五、结论与启示

本文利用7个省份生猪养殖场户实地调研数据,构建生猪养殖高质量发展指标体系,运用双重机器学习模型实证检验契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响、机制和异质性。研究发现:(1)在科技发展和疫病冲击推动下,生猪行业呈现养殖设备“智能化”、养殖流程“标准化”、养殖户“工人化”趋势,生猪产业分工障碍减少,环节可分性增强。契约生产模式依托其专业化分工本质和越来越完善的制度设计,对养殖场户产出高效、环境友好、产品安全、生产稳定和资源节约维度均呈现正向促

* 考虑非洲猪瘟疫情的影响可能会滞后反映

进作用,是提升中国生猪养殖高质量发展水平的有效路径。(2) 契约生产模式下的迂回生产推动了分工深化,能有效提升产业链协同效率,进而促进生猪养殖高质量发展。具体而言,货币资本迂回缓解了养殖场户融资约束,生产资料迂回推动了生猪养殖方式向适度规模经营和智能化应用转变,人力资本迂回提升了养殖场户技术水平。(3) 契约生产模式对生猪养殖高质量发展的影响呈现明显的群体和时空分化特征。高学历、南方地区以及非洲猪瘟暴发前投产的养殖场户参与契约生产模式对生猪养殖高质量发展的提升更明显。这反映出契约生产模式对生猪养殖高质量发展的推动效果在一定程度上受养殖主体认知和学习能力、区域产业生态以及产业发展阶段等条件约束。

基于以上研究结果,本文得到如下政策启示。(1) 政府应因地制宜加快推广生猪契约生产模式。各地政府应综合考量当地资源和发展规划,积极引入契合要求、有意向提供契约生产服务的国家龙头企业,或大力培育本土优势企业;同时在中小规模养殖场户中加大对契约生产模式的宣传力度并提供相应指导,提升养殖场户认知水平和参与能力,为双方创造合作机会并扩大市场范围。(2) 企业应根据区域和个体特性提供差异化合作方案。首先,企业可在基础契约上根据不同区域情况对合同条例进行适当调整。根据养殖模式区域适配性,生猪养殖龙头企业可优先布局南方等优势地区。其次,区域负责人、服务部和技术人员应根据养殖场户认知水平和经营管理能力提供针对性服务,推动养殖场户适度规模经营和智能化应用。例如,挑选养殖成绩优秀的高学历合作养殖场户作为典型,发挥示范带动作用,同时加强对低学历和养殖经验较少的合作养殖场户的指导和培训。(3) 三方合作加强疫病防控和风险管理意识以提升产业韧性。对政府来说,应提供疫病信息上报和管理平台,确保疫病信息的透明公开,并普及常见疫病的防控措施。对企业来说,应当鼓励合作养殖场户对养殖场进行改造升级,推广有效的疫病防控标准化流程,确保生产的持续稳定。对养殖场户来说,应积极参与相关培训,掌握现代化养殖管理及疫病防控技术。

此外,需要说明的是,由于实地调研的局限,本文实证部分采用的是截面数据,因此实证结果更多展现的是契约生产模式在当下情境中对生猪养殖高质量发展的影响。后续研究将收集多期数据,进一步观察在农业分工和迂回生产的不断深化下,契约生产模式对生猪养殖高质量发展的动态和长期效果,并比较分析在买方市场和卖方市场条件下的影响差异,以增强研究成果对产业实践的精准指导价值。

参 考 文 献

1. Arouna ,A. ,Michler ,J. D. ,Lokossou ,J. C. Contract Farming and Rural Transformation: Evidence from a Field Experiment in Benin. *Journal of Development Economics* 2021(4) : 102626
2. Bellemare M. F. ,Bloem J. R. Does Contract Farming Improve Welfare: A Review. *World Development* 2018(12) : 259~271
3. Bellemare M. F. ,Lim ,S. In All Shapes and Colors: Varieties of Contract Farming. *Applied Economic Perspectives and Policy* ,2018 (3) : 379~401
4. Bodory ,H. ,Huber ,M. ,Laffers ,L. Evaluating (Weighted) Dynamic Treatment Effects by Double Machine Learning. *Econometrics Journal* 2022(3) : 628~648
5. Chaney ,T. ,Ossa ,R. Market Size ,Division of Labor and Firm Productivity. *Journal of International Economics* 2013(1) : 177~180
6. Chernozhukov ,V. ,Chetverikov ,D. ,Demirer ,M. ,Duflo ,E. ,Hansen ,C. ,Newey ,W. ,Robins ,J. Double / Debiased Machine Learning for Treatment and Structural Parameters. *Econometrics Journal* 2018(1) : C1~C68
7. Cui ,X. ,Cai ,T. ,Deng ,W. ,Zheng ,R. ,Jiang ,Y. ,Bao ,H. Indicators for Evaluating High-quality Agricultural Development: Empirical Study from Yangtze River Economic Belt China. *Social Indicators Research* 2022(3) : 1101~1127
8. Denver ,S. ,Christensen ,T. ,Lund ,T. B. ,Olsen ,J. V. ,Sandøe ,P. Willingness-to-Pay for Reduced Carbon Footprint and other Sustainability Concerns Relating to Pork Production——A Comparison of Consumers in China ,Denmark ,Germany and the UK. *Livestock Science* 2023(10) : 105337

9. Feng ,J. ,Wang ,Y. Does Digital Inclusive Finance Promote Agricultural Development? A Test Based on Threshold and Spillover Effects. *Finance Research Letters* 2024(11) : 106104
10. Kenny ,D. ,Kash ,D. ,Bolger ,N. Data Analysis in Social Psychology. *Handbook of Social Psychology* ,1998(1) : 233~265
11. Key ,N. ,Runsten ,D. Contract Farming ,Smallholders ,and Rural Development in Latin America: The Organization of Agroprocessing Firms and the Scale of Outgrower Production. *World Development* ,1999(2) : 381~401
12. Ma ,M. ,Wang ,H. H. ,Hua ,Y. ,Qin ,F. ,Yang ,J. African Swine Fever in China: Impacts ,Responses ,and Policy Implications. *Food Policy* 2021 ,102: 102065.
13. Meemken ,E. ,Bellemare ,M. F. Smallholder Farmers and Contract Farming in Developing Countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2020(1) : 259~264
14. Pang ,J. ,Liu ,X. ,Huang ,Q. A New Quality Evaluation System of Soil and Water Conservation for Sustainable Agricultural Development. *Agricultural Water Management* 2020(10) : 106235
15. Qin ,S. ,Han ,Z. ,Chen ,H. ,Wang ,H. ,Guo ,C. High - quality Development of Chinese Agriculture under Factor Misallocation. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022(16) : 9804
16. Reardon ,T. ,Awokuse ,T. ,Belton ,B. ,Liverpool - Tasie ,L. S. O. ,Minten ,B. ,Nguyen ,G. ,Qanti ,S. ,Swinnen ,J. ,Vos ,R. ,Zilberman ,D. Emerging Outsource Agricultural Services Enable Farmer Adaptation in Agrifood Value Chains: A Product Cycle Perspective. *Food Policy* 2024(6) : 102711
17. Tefera ,D. A. ,Bijman ,J. Economics of Contracts in African Food Systems: Evidence from the Malt Barley Sector in Ethiopia. *Agricultural and Food Economics* 2021(9) : 1~21
18. Vicol ,M. Is Contract Farming an Inclusive Alternative to Land Grabbing? The Case of Potato Contract Farming in Maharashtra ,India. *Geoforum* 2017(8) : 157~166
19. Wang ,H. H. ,Wang ,Y. ,Delgado ,M. S. The Transition to Modern Agriculture: Contract Farming in Developing Economies. *American Journal of Agricultural Economics* 2014(5) : 1257~1271
20. Yuan ,X. ,Zhang ,J. ,Shi ,J. ,Wang ,J. What Can Green Finance do for High-quality Agricultural Development? Fresh Insights from China. *Socioeconomic Planning Sciences* 2024(5) : 101920
21. Zhang ,H. ,Zhang ,J. ,Song ,J. Analysis of the Threshold Effect of Agricultural Industrial Agglomeration and Industrial Structure Upgrading on Sustainable Agricultural Development in China. *Journal of Cleaner Production* 2022(12) : 130818
22. 阿林·杨格,贾根良. 报酬递增与经济进步. *经济社会体制比较*,1996(2) : 52~57
23. 白雪冰,胡浩,张岳. 美国生猪契约生产模式发展的内在逻辑、实践效果与启示. *农业经济问题*,2023(7) : 101~115
24. 崔傲然,董金朋,张园园. 环境规制、绿色创新与畜牧业医疗防疫支出——基于13个生猪养殖优势省份的空间计量分析. *中国农业资源与区划*,2024(8) : 83~94
25. 高海秀,王明利,石自忠. 中国生猪产业国际竞争力比较. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*,2020(1) : 145~152
26. 高鑫,朱铁辉,辛岭. 土地托管的现实背景、理论分析与实践探索——以陕西省阎良区为例. *农经*,2025(Z2) : 29~37+44
27. 龚锐,谢黎,王亚飞. 农业高质量发展与新型城镇化的互动机理及实证检验. *改革*,2020(7) : 145~159
28. 郝一帆,王征兵. 生产性服务业集聚有助于农业高质量增长吗. *人文杂志*,2019(5) : 54~61
29. 胡浩,江光辉,戈阳. 中国生猪养殖业高质量发展的现实需求、内涵特征与路径选择. *农业经济问题*,2022(12) : 32~44
30. 宦梅丽,王昭.“双碳”目标背景下的畜牧业高质量发展:模式、启示及建议——以正大蛋鸡养殖为例. *湖南农业大学学报(社会科学版)*,2022(5) : 41~47
31. 冀玄玄,姜军松. 中国农业现代化发展水平的空间格局与分布动态演进. *统计与决策*,2024(9) : 112~117
32. 江激宇,倪婷,佟大建,张士云. 大学农业科技推广对农业高质量发展的影响:基于新农村发展研究院建设的准自然实验. *科技管理研究*,2022(20) : 96~104
33. 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应. *中国工业经济*,2022(5) : 100~120
34. 蒋辉,张驰,蒋和平. 中国农业经济韧性对农业高质量发展的影响效应与机制研究. *农业经济与管理*,2022(1) : 20~32
35. 黎新伍,涂书彬. 基于新发展理念的农业高质量发展水平测度及其空间分布特征研究. *江西财经大学学报*,2020(6) : 78~94
36. 李春雷,杜祥,王刚毅. 畜牧业高质量发展:内涵、攻坚要点与政策设计. *中国农业大学学报*,2023(8) : 296~305
37. 李峰波,程文浩,陈琴,张博淳. 中国经济南北差距演变及其收敛性评估. *经济地理*,2024(12) : 1~11
38. 李静,孙俊娜,王明利.“龙头企业+农户”生猪养殖模式的收入效应——基于交易特性视角. *中国农业资源与区划*: 1~16 ,
http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20241128.1046.002.html

39. 李 洋,孙志刚,刘恩媛,邵长秀. 基于比较优势理论的中国区域种养结构时空格局演变分析. 自然资源学报,2021(5):1149~1162
40. 刘 涛,李继霞,霍静娟. 中国农业高质量发展的时空格局与影响因素. 干旱区资源与环境,2020(10):1~8
41. 刘婷婷,周 力,唐淑芬. 中国契约农业产生背景、历史演进与现行模式——兼论国际契约农业发展模式及经验启示. 世界农业,2020(2):25~32
42. 罗必良. 基要性变革:理解农业现代化的中国道路. 华中农业大学学报(社会科学版),2022(4):1~9
43. 罗必良. 论服务规模经营——从纵向分工到横向分工及连片专业化. 中国农村经济,2017(11):2~16
44. 罗必良,钟文晶,谢 琳. 重新发现“农业共营制”——从农业经营到乡村振兴的制度性拓展. 农经,2025(Z1):16~40
45. 毛 慧,周 力,应瑞瑶. 契约农业能改善农户的要素投入吗——基于“龙头企业+农户”契约模式分析. 南京农业大学学报(社会科学版),2019(4):147~155
46. 孟凡会,丁素云. 乡村振兴与农业高质量发展耦合协调关系研究. 统计与决策,2024(8):79~83
47. 戚聿东,徐凯歌. 技术革命、生产方式变革与企业组织结构调整. 管理世界,2024(10):1~15
48. 仇童伟,罗必良. 从经验积累到分工经济:农业规模报酬递增的演变逻辑. 华中农业大学学报(社会科学版),2020(6):9~18
49. 任保平,李培伟. 以高质量发展推进中国式现代化的逻辑、机制和路径. 经济学家,2024(1):14~24
50. 谭永风,陆 迁,张淑霞. 契约农业能否促进养殖户绿色生产转型. 农业技术经济,2022(7):16~33
51. 王 惠,吴惠芳. 数字化养殖场的用工机制——兼论农业新质生产力中劳动力结构转型. 农林经济管理学报,1~9,<http://kns.cnki.net/kcms/detail/36.1328.F.20250429.1751.002.html>
52. 王明利,李鹏程,马晓萍. 规模化选择对畜牧业高质量发展的影响及其路径优化——基于生猪养殖规模化视角. 中国农村经济,2022(3):12~35
53. 王明利,鄢朝辉,方 正. 中国畜牧业高质量发展评价及提升路径. 农经,2025(Z3):40~59
54. 王善高. 数字经济与农业高质量发展:影响效应与作用路径. 统计与决策,2024(6):21~26
55. 王玉峰,张玲玲,陈 睿. 产业链组织、融资行为与生猪养殖户生产绩效——基于四川省608户生猪养殖场户的实证分析. 农村经济,2024(8):87~100
56. 王子权,杨珂凡,李蕾蕾,刘 杰,刘玉梅. 动物疫病风险对规模猪场数智技术应用的影响. 中国农业资源与区划,2023(4):65~72
57. 韦仕涛,刘梦婕,冯 锯,李 燊. 我国生猪产业高质量发展水平的测度及影响因素研究. 中国畜牧杂志,2023(8):370~376
58. 吴昊玥,黄瀚蛟,何 宇,陈文宽. 中国农业碳排放效率测度、空间溢出与影响因素. 中国生态农业学报(中英文),2021(10):1762~1773
59. 辛 岭,安晓宁. 我国农业高质量发展评价体系构建与测度分析. 经济纵横,2019(5):109~118
60. 徐 戈,潭永风,陆 迁,张淑霞. 疫情冲击下养殖户生产恢复力促进疫后生产恢复的路径探索——基于契约农业视角研究. 农业经济与管理,2023(4):112~126
61. 薛永基,薛艳金,张圆圆. 加入合作社能否提高家庭农场绿色全要素生产率——基于苏赣陕892家种植类家庭农场的调查数据. 中国农村经济,2024(2):67~89
62. 亚当·斯密. 国民财富的性质和原因的研究. 商务印书馆,2009
63. 杨 念,王蔚宇. 农业高质量发展评价指标体系构建与测度. 统计与决策,2022(19):26~30
64. 杨小凯. 发展经济学:超边际与边际分析. 中国社会科学文献出版社,2003
65. 于滨铜,王志刚. 关系治理、契约治理与农业产业生态系统演进. 管理世界,2023(5):54~78
66. 于法稳,黄 鑫,王广梁. 畜牧业高质量发展:理论阐释与实现路径. 中国农村经济,2021(4):85~99
67. 张国强. 分工、专业化与产业组织演进:一个理论分析模型. 求索,2011(3):5~8
68. 张建伟,曾志庆,李国栋. 新时代农业经济高质量发展:理论阐释与逻辑机理. 农业经济,2023(4):3~5
69. 张 杰,魏荟茹,袁岿然,王光耀. 社会资本、环境认知水平与农户环境治理参与行为——基于环塔生态脆弱区881份农户的调研数据. 干旱区资源与环境,2024(6):88~98
70. 张 丽,李 容. 农机作业服务是否影响粮食全要素生产率——基于农业分工的调节效应. 农业技术经济,2021(9):50~67
71. 张 露,罗必良. 规模经济抑或分工经济——来自农业家庭经营绩效的证据. 农业技术经济,2021(2):4~17
72. 张士云,江 惠,佟大建,江激宇. 环境规制、地区间策略互动对生猪生产发展的影响——基于空间计量模型的实证. 中国人口·资源与环境,2021(6):167~176
73. 张 涛,李均超. 网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距——基于双重机器学习的因果推断. 数量经济技术经济研究,

2023(4):113~135

74. 张雪艳,王文超,毛世平,马恒运. 人力资本和数字技术适配对农户现代化经营方式选择行为的影响. 农业技术经济,2025(7):4~19
75. 赵佳佳,刘灵芝. 环境规制、声誉诉求与亲环境行为绩效的研究. 中国环境科学,2023(3):1473~1488
76. 钟真,赵雪娇,李思斐. 社会化服务与经营主体的农业产量水平——基于能值理论的分析框架. 农业技术经济,2024(9):86~105
77. 朱富强. 企业性质: 基于协作系统观的动态演化论. 产经评论,2011(6):90~101
78. 朱战国,朱书凝,周琳,张彤. 高质量发展新格局下中国生猪产业可持续发展水平评价. 农业经济问题,2023(4):105~122

The Impact of Organizational Models on the High-Quality Development of Pig Farming from the Perspective of Division of Labor: An Empirical Analysis Based on a Double Machine Learning Model

JIANG Hui, WANG Mingli

Abstract: Based on the survey data from pig farmers in seven provinces, a comprehensive evaluation index system for the high-quality development of pig farming is constructed. The analysis explores the impact of organizational models on the high-quality development of pig farming from the perspective of the division of labor. Double machine learning models are employed for empirical analysis. The study reveals the following findings: (1) The contract farming model promotes the high-quality development of pig farming, with significant positive impacts on production efficiency, product safety, resource conservation, environmental sustainability, and production stability for participating farmers. (2) The mechanism through which contract farming operates lies in the deepening division of labor. It alleviates the financial and technical constraints faced by smallholders through financial capital and human capital circulation, and facilitates a shift towards appropriately scaled and smart farming through material capital circulation, thereby promoting high-quality development. (3) The impact of contract farming varies under different internal and external conditions, with higher impacts observed among farmers with higher educational backgrounds, those in southern regions, and those who adopted contract farming prior to the outbreak of African Swine Fever. Consequently, it is recommended that the government adopt region-specific approaches to accelerate the promotion of contract farming models in pig production. Enterprises should tailor differentiated collaboration schemes according to regional and individual characteristics. Furthermore, a tripartite collaboration among governments, enterprises, and farmers is essential to strengthen disease prevention and enhance risk management awareness, thereby improving the resilience of the industry.

Keywords: Contract farming model; Deepening of division of labor; Pig farming; High-quality development; Double machine learning model

责任编辑: 李雪