

【农业经济】

农业信息化与农产品质量

——基于家庭农场农产品质量安全认证行为的分析

吴静茹,韩丹,阮荣平

(中国人民大学农业与农村发展学院,北京 100872)

摘要:如何提高农产品质量安全水平,满足人民群众对安全优质农产品的需求,是现阶段我国社会主要矛盾转变背景下应该回答的重要问题。本文利用“全国新型农业经营主体发展指数调查”中1461个家庭农场的追踪面板数据,将信息进村入户工程的推进作为一次准自然实验,运用PSM-DID方法实证分析农业信息化对家庭农场农产品质量安全认证行为的影响及其作用机制。结果表明,信息化对家庭农场进行质量认证及进行认证的个数均有显著正向影响,信息化能够显著提升家庭农场生产的农产品质量。进一步分析发现,这主要通过内部推力和外部拉力两条途径来实现:一方面,信息化通过破解农产品质量认证的技术约束,降低技术成本,为农产品质量认证提供内在推力;另一方面,信息化通过拓宽农产品销售渠道,打破销售市场狭窄的困境,促进经济效益提升,为农产品质量认证行为提供外在拉力。据此,提出继续加快农村信息化服务普及速度,提高农户信息获取能力和应用能力,强化信息化对提升农产品质量的影响路径等政策建议。

关键词:信息化;农产品质量;农产品质量认证;家庭农场;PSM-DID

中图分类号:F323 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-7465(2022)01-0172-13

一、引言

随着我国城乡居民消费结构的升级,消费者对农产品质量安全的要求越来越高,但是目前市场上仍充斥着较多农残超标、质量低下的农产品,质量安全事故频发。促进农产品质量提升,不仅具有强烈的市场需求,还面临着急切的政策要求。在这样的经济社会背景下,探索提升农产品质量安全的有效路径,促使我国农产品实现从生产数量到生产质量的转型,不但对满足人民群众对食品质量和安全的需求有着很强的现实意义,而且对推动绿色农业的发展和农业农村现代化进程也有着重要的作用。

从根源上讲,农产品质量安全是生产出来的,而不是靠监管、检测出来的^[1]。生产者的生产行为在很大程度上决定了农产品的质量安全水平。农产品生产流程和优质农产品供应链运行机制表明,只有农户在生产环节进行严格的质量控制,包括投入品的采购和使用、病虫害防控、环境维护等方面采取良好的质量安全行为,才能生产出符合质量标准的农产品。而实际情况是,消费者往往不能凭借外观判断农产品的真实质量,信息不对称问题导致农产品市场出现“柠檬”化特征,造成了农产品市场的逆向选择和农产品生产者的机会主义行为,最终导致农产品市场失灵^[2-3],进一步引起农产品质量安全水平整体下降。因此,如何化解农产品市场中的信息不对称,推动农户在生产环节进行质量提升,是当下保障农产品质量安全亟须解决的难题。

收稿日期:2021-09-21

基金项目:中国人民大学科学研究基金(中央高校基本科研业务费专项资金)(17XN1007)

作者简介:吴静茹,女,中国人民大学农业与农村发展学院硕士生;韩丹,女,中国人民大学农业与农村发展学院硕士生;阮荣平(通信作者),男,中国人民大学农业与农村发展学院副教授。

通过对已有研究的梳理可知,国内外学者针对农产品质量安全的相关经济学探讨基本上可以划分为 3 方面:一是从政府宏观层面考虑,研究如何针对这一问题进行配套的监管机制和把控措施;二是从消费者出发,研究消费者对高质量、安全的农产品的需求和认知;三是从生产者的角度入手,研究农户对绿色生产技术、质量标准等的采纳行为。本文属于第三类研究,主要讨论基于生产者角度的相关问题。综合来看,我国农户的质量安全生产行为可视为在考虑了自身能力条件和外部市场环境后的成本收益权衡。首先,农户的“自身能力”可分为个人禀赋和家庭禀赋。在农户个人禀赋方面,由于农户进行绿色生产或实施农产品质量安全认证行为的过程需要科学技术的支持,其质量安全生产行为主要受自身技术与能力的影响^[4]。有学者证明农户是否愿意生产无公害农产品受到其自身的学历和对农业生产技术掌握的影响^[5-6];还有一些学者发现,农户参加相关技术培训的情况分别对农户使用无公害农药、绿色农药和采纳病虫害绿色防控技术影响显著^[7-8]。从农户家庭禀赋来看,由于农业生产过程中涉及农资、机械以及人工的投入,农户的家庭规模、资产规模以及土地规模均对农户进行农产品认证有重要影响。有学者表示农户的家庭特征,如劳动力数量越多、家庭资产越大、可获取服务越多,农户更愿意进行 Global GAP 标准生产^[9]。还有学者发现种植面积、种植品种数量对棉农实施标准化生产有显著影响^[10]。另外,在外部市场环境方面,影响农户农产品质量提升行为的因素主要集中在市场需求及收益水平。有学者研究表明市场需求的调整、价格水平的提升、农场收入的增加以及新市场的更容易进入对农户维持认证的意向存在显著影响^[11-12]。

现有关于农户农产品质量安全提升行为的研究为本文提供了参考,但是目前国内还未有相关文献将信息化与农产品质量提升行为联系起来并进行实证分析,也缺乏对其影响机制的详细论证。近年来,伴随“互联网+”时代下信息技术和信息资源的有效开发,信息化在农业生产中的应用也愈加广泛。我国为加快信息化与农业现代化深度融合,从 2014 年开始对信息进村入户工程开展试点工作。此后,自 2014 年至 2020 年,连续七年的中央一号文件均对信息进村入户工程作出了重要指示。信息进村入户工程主要包括 3 个基本服务内容:信息服务站、益农信息社和 12316 信息服务平台。信息服务站是指符合有场所、有人员、有设备、有宽带、有网页、有持续运营能力“六有”标准,能为农户提供各类充足的信息服务的村级信息服务平台。益农信息社是信息进村入户工程的重要载体和平台,主要提供政策技术咨询等农业公益服务、水电气缴费等便民服务和农产品电子商务、农村物流代办等服务。12316 信息服务平台是农业系统公益服务专用的服务热线,能够提供及时、全面、有效的供求信息服务,为农民了解新技术和新成果,及时获得专家技术指导提供更多的途径和选择。信息进村入户工程自实施以来,主要形成了政府、服务商、运营商多方投入的模式。按照“政府引导、市场运作、农民受益”的原则,除农业农村部与财政部安排的转移支付资金,省级、地县财政均积极投入之外,市场化机制也不断完善,由企业担任运营商,承担全省益农信息社的建设和运营工作,共同推进信息进村入户工程中基本服务内容的建设,以此为农户及新型农业经营主体提供各类公益性和经营性的信息化服务,使得广大农民可以享受到农业信息化带来的好处与便利。截至 2020 年上半年,已有 18 个省份开展信息进村入户工程整省推进,全国共建成运营 42.4 万个益农信息社,累计培训村级信息员 106.3 万人次^①。

信息化的普及对农户的农业生产行为有着深刻的影响,而信息化对农户提升农产品质量的影响也不应该被忽视。基于此,本文提出两个问题:信息化能否促使家庭农场进行农产品质量认证,从而在生产端缓解农产品供需结构性失衡的问题? 信息化影响家庭农场进行农产品质量安全认证行为的作用机制又是如何? 基于信息进村入户工程良好的开展状况和服务效果,本文

① 数据来源:农业农村部官网, http://www.ghs.moa.gov.cn/ghgl/202106/t20210609_6369343.htm。

将此工程的推进作为一次准自然实验,就这两个问题进行深入探讨。

本文的边际贡献主要表现在以下几个方面:(1)在研究内容上,基于理论分析,本文将信息进村入户工程作为一次准自然实验引入质量安全模型,将农业信息化与农产品质量安全联系起来探讨二者之间的逻辑关系,并加入销售渠道和生产技术作为中介变量,从外部激励和内部推动两方面入手对其作用机制进行检验,在供给侧结构性改革的背景之下为解决农产品质量安全问题提供了新思路。(2)在数据上,本文利用“全国新型农业经营主体发展指数调查”的追踪数据,基于全国性试点地区的调查数据分析,具有一定的代表性。(3)在方法上,国内外以往研究多从理论层面进行分析,实证中也并未较好解决内生性问题。本文采用PSM-DID方法来剔除时间趋势及个体异质性带来的偏差,识别出净效应,从而得到科学、真实的结果。

二、理论分析与研究假说

(一) 信息化对农产品质量认证影响的理论推导

对于理性经济人而言,是否进行农产品质量认证是追求利润最大化的直接结果,取决于认证的成本和收益的权衡。本文基于农户收入最大化理论框架,对信息化对农户进行农产品质量认证的影响进行理论推导。

假定农户面临的农业生产水平如下:

$$Q = Q[I(\theta), S, \theta] \quad (1)$$

其中, Q 表示农业生产水平, I 表示要素投入, θ 表示农产品质量认证水平, S 表示个人及家庭其他特征变量。农产品质量认证能够影响农业技术装备、化肥等相关要素的投入,因此将要素投入表示为农产品质量认证水平的函数 $I(\theta)$ 。

技术作为一种关键要素投入,农产品质量认证要求农户在生产过程中必须严格遵守规定的质量标准 and 规范,其中涉及诸如生产基地环境控制、质量标准控制等相关生产技术,对于传统农户来说,对相关技术的掌握是提高农产品质量的必要前提^[5,7],从而才能进一步达到农产品质量认证的要求,因此技术的信息获取和使用成本是进行质量认证成本的重要来源。

农产品质量认证的收益主要来自市场溢价带来预期收入的增加^[4,13]。由于农产品同时具有经验品和信用品的特性^[3],由此导致的信息不对称成为农产品质量安全问题频发的根本原因,而农产品质量认证作为传递农产品质量的重要信号,可以把高质量的农产品有效区分出来,进一步通过构建优质优价的市场甄别机制,使获得质量认证的农产品价格在市场上显著高于未获得质量认证的农产品价格,进而提升农户对农产品质量认证后净收益的预期。

基于以上分析,并借鉴万凌霄等^[14]的研究,农户进行农产品质量认证的收益可以看作与农产品销售价格及要素交易成本相关的函数。因此,设定 $\sigma = 1$ 为农户实现信息化, $\sigma = 0$ 为农户未实现信息化。 PR_{σ}^Q 为每单位农产品的溢价, PC_{σ}^I 为每单位农产品生产要素投入的交易成本。农产品质量认证通过市场溢价提高了农产品销售价格 P^Q ,而认证的交易成本增加了投入要素的实际价格 P^I ,因此农户进行农产品质量认证的目标函数如下:

$$Income = (P^Q + PR_{\sigma}^Q)Q - (P^I + PC_{\sigma}^I)I(\theta) - FC_{\sigma}^Q \quad (2)$$

其中, $(P^Q + PR_{\sigma}^Q)$ 为调整后的农产品价格, $(P^I + PC_{\sigma}^I)$ 为调整后的生产要素的成本, FC_{σ}^Q 为农产品质量认证及农产品交易的固定成本。

将(1)式带入(2)式,可得:

$$Income = (P^Q + PR_{\sigma}^Q)Q[I(\theta), S, \theta] - (P^I + PC_{\sigma}^I)I(\theta) - FC_{\sigma}^Q \quad (3)$$

对农户农产品质量认证(θ)求导,得到利润最大化下农户进行农产品质量认证采纳的最优选择为:

$$\frac{dIncome}{d\theta} = (P^Q + PR_\sigma^Q) \left(\frac{dQ}{d\theta} \right) - (P^I + PC'_\sigma) \left(\frac{dI}{d\theta} \right) = 0 \quad (4)$$

进一步解得:

$$(P^Q + PR_\sigma^Q) \left(\frac{dQ}{d\theta} \right) = (P^I + PC'_\sigma) \left(\frac{dI}{d\theta} \right) \quad (5)$$

其中, $\left(\frac{dQ}{d\theta} \right) = \left(\frac{\partial Q}{\partial I} \right) \left(\frac{dI}{d\theta} \right) + \left(\frac{dQ}{d\theta} \right)$, $(P^Q + PR_\sigma^Q) \left(\frac{dQ}{d\theta} \right)$ 为进行农产品质量认证的边际收益, $(P^I + PC'_\sigma) \left(\frac{dI}{d\theta} \right)$ 为进行农产品质量认证的边际成本。

当农户实现信息化,农产品质量认证采纳的边际成本 $MC_1 = (P^I + PC'_1) \left(\frac{dI}{d\theta} \right)$ 与边际收益 $MR_1 = (P^Q + PR_1^Q) \left(\frac{dQ}{d\theta} \right)$ 相等时,得到农户进行农产品质量认证的最优采纳水平 (θ_1) ; 当农户未实现信息化,农产品质量认证的边际成本 $MC_0 = (P^I + PC'_0) \left(\frac{dI}{d\theta} \right)$ 与边际收益 $MR_0 = (P^Q + PR_0^Q) \left(\frac{dQ}{d\theta} \right)$ 相等时,得到未实现信息化的农户农产品质量认证最优采纳水平 (θ_0) 。

可见,要得到实现信息化后农户农产品质量认证采纳水平 (θ_1) 高于未实现信息化农户最优采纳水平 (θ_0) , 需满足 $PC'_1 < PC'_0$ 和 $PR_1^Q > PR_0^Q$ 的条件。而 $PC'_1 < PC'_0$ 意味着信息化降低了农户进行农产品质量认证的技术信息获取及应用的交易成本, $PR_1^Q > PR_0^Q$ 意味着信息化促进了农产品质量认证后农产品溢价的实现。

(二) 信息化对农产品质量认证影响的作用机理

结合上述数理推导结果,本文进一步解释信息化实现这一结果的作用机理:

第一,信息化通过信息传递有效降低了农产品质量认证及相关技术的信息获取和技术采纳的交易成本,缓解了家庭农场主面临的技术约束,为农户进行质量认证提供了内在推力。信息作为附着于技术本身的无形要素影响着农户的技术采纳决策,技术采纳的早期特征是通过信息获取来提升对技术的认知能力,由此决定技术采用^[15-16]。信息知识匮乏及由此导致的资源配置失效和采纳风险抑制了农户采纳新技术,信息流动则通过提高农户对技术信息的了解和掌握程度,对新技术采纳有显著正向影响^[17]。农村地区信息闭塞,农户缺乏及时、可靠的市场信息来源,存在“信息困境”^[18],信息获取不足成为农户提升生产技术水平并进行农产品质量认证的限制之一。

信息化的发展能够帮助家庭农场主克服信息壁垒,显著提升其信息获取能力,如智能手机、互联网平台的普及和应用等加快了信息扩散速度,很大程度上缓解了农村地区的信息约束^[19],打破农场主面临的“信息困境”。另外,农村信息化服务站等服务平台的设立,为农户获取真实、可靠的信息提供了窗口,增进了农户对新技术及相关知识的了解程度。获取相关信息之后,如要进一步掌握农产品质量认证的必要生产技术,更需要学习大量的知识及操作技能。信息化通过多样化的传播手段和方式,提高农户的学习能力,促进农户对新技术的采纳。首先,信息化可以通过技术扩散提升农民的农业生产技术水平^[20-21],技术扩散代表了技术的交流与传播,信息化使农户与其所在的社会网络内的其他个体互动更加便利,农户可以与已采纳新技术的生产者交流经验,产生“学习效应”^[13];其次,随着信息进村入户工程的开展,农业技术培训渠道也变得多样化和便捷化,农户可以直接利用互联网平台进行相关技术学习,信息化社会中的图片和视频等多媒体技术的应用能够更直观形象地传播农业技术和相关质量认证的操作流程,降低了农户理解和学习的难度;最后,通过研发农业专家系统、设立信息服务热线的方式,实现科研专家、农技人员、农民的互联互通,为农户解决在生产过程中出现的问题,及时且精准地提供技术

指导,进而降低技术学习成本,加快技术采用进程。

综上,信息化通过提升家庭农场主进行农产品质量认证及采纳相关新技术的信息获取能力和学习能力,有效降低了农产品质量认证的交易成本,为农场主提高农产品质量并进行质量认证化解了技术约束。这构成了信息化帮助家庭农场主进行农产品质量认证的内在推力。

据此逻辑,提出以下假说:

H1:信息化发展对家庭农场进行农产品质量认证行为具有显著的促进作用。

H2:信息化有利于缓解家庭农场技术约束,进而促进家庭农场进行农产品质量认证的行为。

第二,信息化能够通过拓展销售渠道实现农产品质量溢价,增加生产者经济效益。这为农户进行农产品质量认证提供了外在拉力。由于信息闭塞、交通不畅,农村地区的农产品长期以来主要依靠商贩上门收购或到附近农贸市场进行直接售卖的传统销售方式,很多优质农产品受市场信息不对称、销售渠道狭窄等因素的制约被局限在产地,无法通过联络高端销售渠道进入大市场、大流通^[18,22]。对于生产者而言,如果无法走出销售困境,进行农产品质量认证并非理性选择。

而信息化帮助农户突破了传统销售渠道的地域限制,使其能进一步联络到高端销售渠道。首先,信息化通过网络覆盖增加生产者对其他地区的了解,从而利于其扩大交易半径^[23];另外,信息化还使农村地区的信息得以传播出去,加速了农产品信息从产地向外扩散,从而使优质农产品的供应信息为更多收购商/购买者所知,因此信息化通过增加买卖双方信息量,为农户拓宽销售渠道打下基础。其次,信息化的发展推动了新兴销售渠道的涌现,让农户联络高端销售渠道进一步成为现实,如农产品流通信息等服务平台的建设能够促进农户与大型商超进行“农超对接”,使农户不再局限于批发商贩的收购,为传统农产品营销带来新渠道、新客源和新市场。最后,信息化的发展催生出农产品电子商务这一新业态,能更好帮助农产品销售打破地域限制,让农产品生产者与全国各地的城市消费者直接对接,加快了农产品由本地市场进入外地市场并逐渐扩大辐射范围的速度。

综上,在信息化技术的辅助下,农产品由原本单一的销售渠道扩展到联络大型商超、进驻网络销售平台等各种高端销售渠道,以提升进行农产品质量认证的生产者的经济效益。由此,销售渠道拓宽带来的正向经济激励为农户进行质量安全认证提供外在拉力。

据此逻辑,提出以下假说:

H3:信息化有利于拓宽家庭农场的销售渠道,进而提高家庭农场进行农产品质量认证的行为。

三、研究方法

(一)数据来源

本文采取的数据来自“全国新型农业经营主体发展指数调查”,此调查由经济日报社中国经济趋势研究院、中国人民大学和零点有数科技有限公司共同进行。此套数据是目前国内针对新型农业经营主体研究中较为广泛、全面且具有多期追踪的数据。在数据收集过程中,为提高调查效率和数据质量,该调查在问卷调查的基础上,专门开发了App应用软件,同时运用了GPS定位、录音和拍照等手段。在抽样方法中,采用了分层随机抽样与两阶段抽样的设计以保障调查的科学性。第一阶段,在没有新型农业经营主体县级分布数据的情况下,以各县域2014年第一产业增加值为依据进行分层随机抽样,从全国所有县级单位中抽取150个县。第二阶段,在末端抽样中,基于第一阶段抽取的县级调查名单,从当地县政府部门获取新型农业经营主体登记注册名单,再根据调查配额等距抽取具体的调查对象。具体调查方式为入户问卷调查。调查

地点涉及 23 个省(自治区、直辖市),基本实现了全国范围内的样本覆盖。

本文选取以家庭农场为样本的二期和三期追踪面板数据(时间分别为 2017 年和 2019 年)来检验信息化对家庭农场提升农产品质量行为的影响及其机制。本文将信息进村入户工程作为一次准自然实验,而 2017 年已经使用信息进村入户工程的样本户,目前无法证实其信息化起始于哪一年,也无法证明是否是在信息进村入户工程下追加统计的结果,如果一并认为是在 2017 年之后实现信息化,那么会影响到实证结果的合理性。因此本文将 2017 年已实现信息化的家庭农场进行数据删除,通过一系列严格筛选,最终得到两期追踪样本,其中基期未实现信息化的家庭农场 1416 家(包括 821 家种养大户),报告期末实现信息化的家庭农场为 967 家,已实现信息化的家庭农场为 449 家,两期共得 2832 个样本。

(二) 变量选择

1. 被解释变量。本文的被解释变量为是否通过农产品质量认证,在本文研究时点内,农产品质量认证的具体类别包括无公害农产品认证、绿色食品认证、有机食品认证和农产品地理标志。因此家庭农场的农产品只要通过这“三品一标”中任意一项认证即视为通过农产品质量认证,同时本文还将具体考察农产品通过“三品一标”中的哪一类认证及认证数量的影响。

2. 解释变量。核心解释变量为信息化,本文将信息进村入户工程视为一次准自然实验,因此具体指标选取为是否使用信息进村入户工程、是否使用 12316 信息服务平台以及是否使用益农信息社 3 项,此 3 项皆为信息进村入户工程及其基本服务内容,可以较全面地代表家庭农场对信息进村入户工程的应用情况。家庭农场满足任意一项便视为其已享受信息进村入户工程带来的信息化发展成果。

3. 中介变量。根据上文推导的影响机制,内在推力为技术约束的缓解,外在拉力为销售渠道的拓宽。因此本文设定技术约束缓解和销售渠道拓宽作为两个中介变量。技术约束缓解的具体衡量指标包括该家庭农场是否使用过在线农技信息或农技专家咨询服务及是否引进新技术两个指标。销售渠道拓宽的衡量指标为该家庭农场是否通过互联网、电商平台(淘宝、微商等新媒体)、集体或农民专业合作社、农超对接 4 个销售渠道中任意一个销售农产品。

4. 匹配变量。此变量是下文运用倾向得分匹配法所需变量。过往研究中认为影响农户信息化选择较为显著的因素有外部环境^[24-25]、农户禀赋特征^[26-27]和农户认知和心理因素 3 个方面^[28-29]。由于认知和心理因素较难衡量且主观性较大,本文基于数据的可获得性,选取外部环境和家庭农场的禀赋特征 2 类变量对实验组和控制组进行匹配。外部环境选取农场到最近县城的距离指标,禀赋特征选取家庭农场主的受教育程度、农场主是否有专业技术职称、农场主是否受过农业技术培训、家庭收入和家庭劳动力数 5 个指标。

5. 控制变量。参考以往研究文献,本文选取个人禀赋、家庭禀赋和地理位置等 3 类变量作为其他可能影响家庭农场农产品质量认证行为的控制变量。个人禀赋包括:家庭农场主的年龄、性别、健康状况、受教育程度、是否有专业技术职称、是否受过农业技术培训、是否为农业户(家庭收入来源主要为农业收入)。家庭禀赋包括:目前的经营耕地规模和是否村里姓氏最多的家族作为控制变量,地理位置通过引入地区虚拟变量以控制东、中、西部地区差异带来的影响。

具体变量定义如表 1 所示。

表1 主要变量定义及描述性统计

变量类型	变量名	变量含义与赋值	均值	标准误
被解释变量	农产品质量认证	通过“三品一标”任意一项:0=否,1=是	0.15	0.36
	无公害农产品认证	是否通过无公害农产品认证:0=否,1=是	0.08	0.28
	绿色食品认证	是否通过绿色食品认证:0=否,1=是	0.08	0.26
	有机食品认证	是否通过有机食品认证:0=否,1=是	0.03	0.18
	农产品地理标志	是否通过农产品地理标志:0=否,1=是	0.02	0.13
	农产品认证数量	通过“三品一标”认证的数量加总(单位:个)	0.21	0.57
解释变量	信息进村入户工程	农场主是否使用进村入户工程:0=否,1=是	0.09	0.29
	12316 信息服务平台	农场主是否使用 12316 信息服务平台:0=否,1=是	0.09	0.29
	益农信息社	农场主是否使用益农信息社:0=否,1=是	0.12	0.32
中介变量	信息化	以上三项满足任意一项即视为已实现信息化:0=否,1=是	0.16	0.37
	技术约束缓解	农场主是否使用过在线农技信息或农技专家咨询服务:0=否,1=是	0.25	0.43
	销售渠道拓宽	农场主是否引进用新技术:0=否,1=是	0.34	0.47
匹配变量	农场主受教育程度	农场主文化水平:0=没有受过教育,1=小学,2=初中,3=高中/中专,4=大专,5=大学及以上	2.19	0.88
	专业技术职称	农场主是否有专业技术职称:0=否,1=是	0.19	0.40
	农业技术培训	农场主是否受过农业技术培训:0=否,1=是	0.48	0.50
	农业户	农场主是否农业户口:0=否,1=是	0.92	0.28
	农场主家庭收入	采取对数形式	10.80	2.55
	家庭劳动力数	家庭内劳动力的数量	2.68	1.17
其他控制变量	到最近县城距离	农场到最近县城的距离(公里)	26.08	337.94
	农场主年龄	采取标准化(std)处理	0.00	1.00
	农场主年龄平方	采取标准化(std)处理	0.00	1.00
	农场主性别	农场主性别:0=女,1=男	0.91	0.28
	农场主受教育程度	农场主文化水平:0=没有受过教育,1=小学,2=初中,3=高中/中专,4=大专,5=大学及以上	2.19	0.88
	专业技术职称	农场主是否有专业技术职称:0=否,1=是	0.19	0.40
	农业技术培训	农场主是否受过农业技术培训:0=否,1=是	0.48	0.50
	健康状况	农场主健康状况:1=优,2=良,3=中,4=差,5=丧失劳动能力	1.34	0.64
	农业户	农场主是否农业户口:0=否,1=是	0.92	0.28
	耕地经营规模	农场主目前经营耕地规模(公顷)	7.58	15.53
	姓氏	农场主是否村里姓氏最多的家族:0=否,1=是	0.48	0.50
	东部地区	地区虚拟变量:0=否,1=是	0.54	0.50
	中部地区	地区虚拟变量:0=否,1=是	0.40	0.49

注:表中描述性统计特征为两期数据合并的结果。

(三) 模型设定

本文将信息进村入户工程作为一次准自然实验,采用 PSM-DID 方法评估信息化对家庭农场农产品质量提升的影响。可以使用单差法直接比较信息进村入户工程前后家庭农场农产品质量认证行为的差异,但是这种方法无法剔除时间趋势等影响因素,所得系数并不纯粹来自信息

化的净效应。另外,也可以将信息进村入户工程实施后,实现信息化的农场和未实现信息化的农场进行比较,但是无法剔除样本个体异质性的影响。因此,本文使用学界普遍认可的衡量政策冲击效果的评估方法——DID 方法,但其使用的一个前提是必须满足实验组和对对照组具有相同的长期趋势,即意味着如果没有信息进村入户政策的实施,信息化家庭农场与非信息化家庭农场对提升农产品质量的选择的变动趋势应该大体趋同。但是在实际情况中,信息进村入户工程是农业部为改善农村信息供给推行的服务措施,这些措施属于基本设施的供给,家庭农场是否使用完全取决于自身,即是否使用是其“自选择”的过程,这种选择可能会受到自身禀赋特征的影响,而这些特征条件又会对其农产品质量认证的行为产生影响。因此,这使得 DID 方法的运用面临内生性挑战。倾向得分匹配法(PSM)是常用的处理“自选择”问题的方法,本文首先采取倾向得分匹配法,以是否实现信息化作为因变量,使用 Logit 模型进行倾向得分估计,并根据倾向得分从对照组中筛选特征条件相似的样本与控制组匹配,得到信息进村入户工程的平均处理效应(ATT)。在具体的匹配方法选择上,目前学者使用较多的方法为核匹配、局部线性匹配、一对一无放回匹配、k 近邻匹配等。本研究样本中存在较多具有可比性的控制组个体,因此根据数据特点并参照曾庆敏等学者的做法^[30],研究最终选取核匹配以提高匹配效率。

接下来,使用 DID 方法剔除面板数据中不跟随时间变化的不可观因素,识别出净效应。将已实现信息化的家庭农场视为实验组,赋值为 1,未实现信息化的家庭农场为对照组,赋值为 0;在时间虚拟变量上,根据前文分析,将 2019 年赋值为 1,2017 年赋值为 0。然后分别计算实验组和控制组在政策前后的农产品质量认证行为上的差异,二者之差即为信息化的净效应。

由于因变量为家庭农场是否进行质量认证,利用 Probit 二元选择模型来进行估计,具体回归方程设定如下:

$$Qua_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 DID_{i,t} + \beta_4 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

式中, i 代表家庭农场, t 代表年份; $Qua_{i,t}$ 为家庭农场是否进行农产品质量认证; $Treat_i$ 用来区分实验组和控制组; $Post_t$ 为时间虚拟变量, $DID_{i,t}$ 为其交互项, β_3 代表所研究政策产生的具体效果,是我们关注的核心系数; $X_{i,t}$ 表示相关的控制变量统称; $\varepsilon_{i,t}$ 代表随机误差项。

本文就信息化对家庭农场进行农产品质量认证的影响机制进行验证。根据上文所提出的两种作用机制,借鉴温忠麟^[31]的做法加入中介变量进行检验。第一步,分别检验信息化对于两个中介变量的影响,其中: $Service_{i,t}$ 为技术约束缓解变量; $Channel_{i,t}$ 为销售渠道拓宽变量。

$$Service_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 DID_{i,t} + \beta_4 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

$$Channel_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 DID_{i,t} + \beta_4 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

第二步,在式(6)的基础上分别加入两个中介变量:

$$Qua_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 DID_{i,t} + \beta_4 Service_{i,t} + \beta_5 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

$$Qua_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 DID_{i,t} + \beta_4 Channel_{i,t} + \beta_5 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

四、结果与分析

(一) 倾向得分匹配结果

倾向得分匹配的前提是满足共同支撑假设,即实验组与控制组的倾向得分值应存在共同支撑域。共同支撑假设检验结果显示,除对照组中个别未实现信息化的家庭农场外,其他实验组与对照组中家庭农场的倾向得分均处于共同取值范围内,这表明共同支撑假设得以满足。

为了更直观地考察实验组与对照组的共同支撑域,图 1 报告了匹配前后实验组与对照组核密度函数的变化情况,可以看出经过倾向得分匹配,二者的核密度函数较接近,说明实验组中的家庭农场找到了与之特征条件相匹配的对照组中的家庭农场,从而减小了后续比较分析误差。

倾向得分匹配还应通过平衡性检验,本文对匹配后的实验组与对照组中协变量的分布是否均衡进行检验。如表 2 所示,经过倾向得分匹配后,所运用的协变量在两个组间的均值偏差较小,并且不具备显著差异,可视为平衡性检验通过。

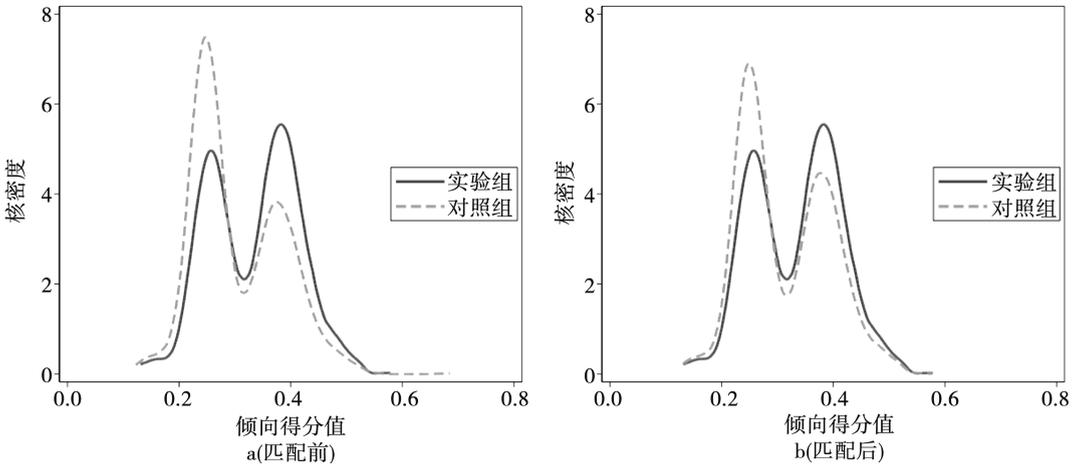


图 1 匹配前和匹配后核密度变化情况

表 2 平衡性检验结果

变量	匹配状态	平均值		偏差	
		控制组	实验组	偏差值	减少比例
受教育程度	匹配前	2151	2276	-0.125***	
	匹配后	2235	2248	0.012	90.40
专业技术职称	匹配前	0.172	0.242	-0.069***	
	匹配后	0.222	0.248	0.026	62.32
农业技术培训	匹配前	0.433	0.593	-0.159***	
	匹配后	0.666	0.674	0.008	94.97
农业户	匹配前	0.911	0.924	-0.013	
	匹配后	0.951	0.947	-0.005	61.54
家庭收入(对数)	匹配前	10.659	11.124	-0.464***	
	匹配后	10.788	10.792	0.004	99.14
家庭劳动力数	匹配前	2.655	2.719	-0.064	
	匹配后	2.569	2.586	0.017	73.44
到最近县城距离	匹配前	46.451	64.239	-17.788	
	匹配后	62.823	55.517	-7.306	58.93

(二) 信息化对农产品质量认证行为的影响的 PSM-DID 结果

表 3 给出了信息进村入户工程对家庭农场进行农产品质量认证行为影响的估计结果。分别对家庭农场所生产的农产品是否通过质量认证,以及是否通过无公害农产品认证、绿色食品认证、有机食品认证、农产品地理标志和农产品所通过的认证数量作为被解释变量进行双重差分(DID)估计,结果显示信息化对家庭农场进行质量认证,以及认证数量的影响均在 1%的水平上显著为正。具体到认证类别,信息化对家庭农场选择进行无公害农产品认证、有机食品认证和绿色食品认证的正向影响分别通过了 1%、5%和 10%的显著性水平检验,但是对于家庭农场进行农产品地理标志认证的影响效果不显著。但总体来看,仍可说明信息进村入户工程基本上对于家庭农场选择农产品质量认证及进行质量认证的数量均产生了显著正向影响,即表明在受到信息进村入户工程冲击后,家庭农场农产品质量提升行为有明显改变,其愿意对所生产的农产品进行不同程度的质量提升。因此,假说 1 得以验证。

(三) 信息化对农产品质量认证行为的作用机制

1. 缓解技术约束(内在推力)。为考察信息化是否会通过缓解家庭农场主的技术约束、降低技术成本从而提升其进行农产品质量认证的意愿,本文首先考察信息化对家庭农场生产技术约束的影响。结果表明(表 4),信息化对于家庭农场选择使用在线农技信息或农技专家咨询服务及引进新技术均具有正向影响,且通过了 1% 的显著性水平检验,这表明家庭农场实现信息化有助于缓解其进行农产品质量认证面临的技术约束。

表 3 信息化对家庭农场农产品质量认证行为的影响(N=1924)

变量	通过质量认证	通过无公害农产品认证	通过绿色食品认证	通过有机食品认证	通过农产品地理标志	认证数量
<i>DID</i>	0.1783*** (0.0383)	0.1167*** (0.0310)	0.0575* (0.0294)	0.0415** (0.0204)	0.0029 (0.0149)	0.2276*** (0.0635)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.0221 (0.0523)	-0.0489 (0.0411)	0.00160 (0.0399)	0.0296 (0.0341)	0.00651 (0.0252)	-0.0119 (0.0959)
R ²	0.1040	0.0818	0.0377	0.0068	0.0020	0.0553

注:***、**和*分别代表 1%、5%和 10%的显著性水平;括号内为稳健的标准误。下表同。

接下来,将中介变量进一步引入模型,同时考察其和信息化对家庭农场农产品质量认证行为的影响。结果表明,家庭农场使用过在线农技信息或农技专家咨询服务和引进新技术等变量对家庭农场进行农产品质量认证的影响仍在 1% 的水平上显著为正,*DID* 估计系数较未加入此变量前有所降低。这证明缓解技术约束是家庭农场进行农产品质量认证的有效机制。由此,假说 2 得以验证。

表 4 技术约束缓解对家庭农场农产品质量认证的中介作用

变量	使用在线农技服务	引进新技术	通过质量认证	通过质量认证
<i>DID</i>	0.3284*** (0.0433)	0.1677*** (0.0462)	0.1657*** (0.0397)	0.1661*** (0.0391)
使用在线农技服务	/	/	0.0504** (0.0248)	/
引进新技术	/	/	/	0.0724*** (0.0214)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.0890 (0.0607)	0.193*** (0.0747)	-0.0040 (0.0526)	-0.0321 (0.0518)
观测值	1772	1796	1770	1794
R ²	0.1648	0.1151	0.1093	0.1167

2. 拓宽销售渠道(外在拉力)。为检验信息化是否可通过拓宽家庭农场销售渠道来提升农产品质量这一作用机制,与上文类似,本文首先将销售渠道拓宽作为被解释变量考察信息化对家庭农场销售渠道选择的影响。其次,进一步将销售渠道作为中介变量引入模型,考察销售渠道对家庭农场进行农产品质量认证的影响。结果表明,信息化在 1% 的显著性水平上促进了家庭农场销售渠道的拓宽。这一促进作用又在信息化对家庭农场进行质量认证的影响中发挥了中介作用,信息化对家庭农场进行农产品质量认证的估计系数较未加入此变量之前有所降低(表 5)。由此证明销售渠道的拓宽可以作为信息化对家庭农场进行农产品质量认证行为的作用机制。假说 3 得以验证。

表 5 销售渠道拓宽对家庭农场农产品质量认证的中介作用(N=1816)

变量	销售渠道拓宽	通过质量认证
<i>DID</i>	0.3633*** (0.0445)	0.1447*** (0.0397)
销售渠道拓宽	/	0.0778*** (0.0228)
控制变量	控制	控制
常数项	0.0634 (0.0704)	-0.0223 (0.0519)
R ²	0.1842	0.1098

(四) 稳健性检验

在所研究的政策实施期间,也很有可能会出现其他因素的干预使得家庭农场质量认证行为发生改变,从而导致本文所得结果出现偏差。对此,本文进行安慰剂检验:在总家庭农场样本中随机构造虚拟处理组,由此来检验虚拟实验组在信息化前后是否存在不同趋势。如果不同虚构方式下仍然有显著的 DID 估计量,则能够从侧面说明之前的统计结果有偏差。本文按照国外学者 Chetty 等的检验做法^[32],在家庭农场样本中随机选择 500 个样本作为实验组,剩余的 916 个样本视为对照组,代入模型(1)进行检验,并将此随机过程重复 200 次,经检验,所估计的 200 个系数的分布,均值与 0 非常接近,且不显著,也远离真实政策冲击下的系数估计值。因此,未发现伪处理效应,通过安慰剂检验,进而证明之前的估计结果是稳健的。

五、结论与政策启示

提升农产品质量是农业供给侧改革的重要内容,也是农业现代化和乡村振兴的必然要求。信息化作为推动现代经济和社会发展的重要引擎,对打破传统农业的低水平均衡,促进农业高质量发展具有重大意义。因此,近年来党和政府也高度重视农村信息化工作,持续出台有力的政策举措,不断提高农业信息化水平,加快农业农村信息化服务普及速度。在此背景下,本文将信息进村入户工程的推进作为一次准自然实验,运用 PSM-DID 方法实证分析农业信息化对家庭农场农产品质量安全认证行为的影响及其作用机制。结果表明,信息化能够显著提升家庭农场农产品质量认证行为。一方面,信息化通过破解农产品质量认证的技术约束,降低技术成本,为农产品质量认证提供内在推力;另一方面,信息化通过拓宽农产品销售渠道,打破销售市场狭窄的困境,促进经济效益提升,为农产品质量认证行为提供外在拉力。

尽管我国农业信息化建设取得了显著成效,调研数据同时也表明,在被调查的 1416 家家庭农场中仅有 449 家家庭农场使用过信息进村入户工程的信息化服务,表现出虽然农业信息化逐步普及但农业生产者对农业信息平台应用仍较少的现状,这表明当前我国农业信息化建设仍面临不少难题。可能原因在于,农业生产经营者自身知识水平不足、信息意识不强限制了对农业信息的获取与应用;基层信息服务人员技术水平有限也影响已有信息化成果的有效应用。

为此本文提出如下建议:第一,加强农业信息基础设施建设。继续推进信息进村入户工程的实施,完善农村地区的网络基础设施,加快农村信息化服务普及。第二,提升农户信息获取能力和应用能力。在推进农业信息化过程中,要充分加强对农业生产经营者信息获取与应用能力的培养。不能仅依靠盲目加大农业信息化投入,而更应该为农业信息化发展提供良好的技术消化吸收和推广的环境。第三,完善信息化对农产品质量提升的影响路径。充分发挥信息化对农户信息搜寻、技术提升、市场拓展等方面的突出作用,降低农户进行质量认证的成本及促进经济效益的提升。

参考文献:

- [1] 吴仲斌. 以合作生产促质量安全[J]. 农村工作通讯, 2011(3):28-29.
- [2] Caswell J A, Mojduszka E M. Using Informational Labeling to Influence the Market for Quality in Food Products[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1996, 78(5):1248-1253.
- [3] Nelson P. Information and Consumer Behavior[J]. Journal of Political Economy, 1970, 78(2):311-329.
- [4] 周洁红, 辛家刚, 虞轶俊. 农产品生产主体质量安全多重认证行为研究[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2015, 45(2):55-67.
- [5] 吴优丽, 钟涨宝, 王薇薇. 禀赋差异与农民信息素质的实证分析——基于 323 份调查样本[J]. 农业技术经济, 2014(3):57-64.

- [6] Theocharopoulos A, Melfou K, Papanagiotou E. Analysis of Decision Making Process for the Adoption of Sustainable Farming Systems: The Case of Peach Farmers in Greece[J]. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2012, 6(1):24-32.
- [7] 杨小山, 林奇英. 经济激励下农户使用无公害农药和绿色农药意愿的影响因素分析——基于对福建省农户的问卷调查[J]. 江西农业大学学报(社会科学版), 2011, 10(1):50-54.
- [8] 蔡书凯. 经济结构、耕地特征与病虫害绿色防控技术采纳的实证研究——基于安徽省 740 个水稻种植户的调查数据[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(4):208-215.
- [9] Asfaw S, Mithöfer D, Waibel H. What Impact are EU Supermarket Standards Having on Developing Countries' Export of High-value Horticultural Products? Evidence from Kenya[J]. Journal of International Food & Agribusiness Marketing, 2010, 22(3/4):252-276.
- [10] 王力, 毛慧. 植棉农户实施农业标准化行为分析——基于新疆生产建设兵团植棉区 270 份问卷调查[J]. 农业技术经济, 2014(9):72-78.
- [11] Karipidis P, Tselempis D. Farmers' Intention to Maintain Quality Certification[J]. EuroMed Journal of Business, 2014, 9(1):93-110.
- [12] Bravo C, Spiller A, Villalobos P. Are Organic Growers Satisfied with the Certification System? A Causal Analysis of Farmers' Perceptions in Chile[J]. International Food and Agribusiness Management Review, 2012, 15(4):115-136.
- [13] 耿宇宁, 郑少锋, 陆迁. 经济激励、社会网络对农户绿色防控技术采纳行为的影响——来自陕西猕猴桃主产区的证据[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017(6):59-69.
- [14] 万凌霄, 蔡海龙. 合作社参与对农户测土配方施肥技术采纳影响研究——基于标准化生产视角[J]. 农业技术经济, 2021(3):63-77.
- [15] Schipmann C, Qaim M. Spillovers from Modern Supply Chains to Traditional Markets: Product Innovation and Adoption by Smallholders[J]. Agricultural Economics, 2010, 41(3/4):361-371.
- [16] 唐立强, 周静. 社会资本、信息获取与农户电商行为[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2018, 17(3):73-82.
- [17] 黄季焜, 齐亮, 陈瑞剑. 技术信息知识、风险偏好与农民施用农药[J]. 管理世界, 2008(5):71-76.
- [18] 李晓静, 陈哲, 刘斐, 等. 参与电商会促进猕猴桃种植户绿色生产技术采纳吗? ——基于倾向得分匹配的反事实估计[J]. 中国农村经济, 2020(3):118-135.
- [19] Aker J C. Dial "A" for Agriculture: A Review of Information and Communication Technologies for Agricultural Extension in Developing Countries[J]. Agricultural Economics, 2011, 42(6):631-647.
- [20] Singh M K. Constraints in the Utilization of Information and Communication Technology by Arable Extension Service in India[J]. Environment & Ecology, 2013, 3A(31):1414-1418.
- [21] 韩海彬, 张莉. 农业信息化对农业全要素生产率增长的门槛效应分析[J]. 中国农村经济, 2015(8):11-21.
- [22] 宋金田, 祁春节. 交易成本对农户农产品销售方式选择的影响——基于对柑橘种植农户的调查[J]. 中国农村观察, 2011(5):33-44.
- [23] Jensen R, Miller N H. Market Integration, Demand, and the Growth of Firms: Evidence from a Natural Experiment in India[J]. American Economic Review, 2018, 108(12):3583-3625.
- [24] 路剑. 农户信息化的微观分析[J]. 农村经济, 2005(1):82-84.
- [25] 盛智颖, 王冰. 家庭农场农业信息需求及支付意愿分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2017, 18(1):23-30.
- [26] 雷娜, 赵邦宏, 杨金深, 等. 农户对农业信息的支付意愿及影响因素分析——以河北省为例[J]. 农业技术经济, 2007(3):108-112.
- [27] 郑红维. 关于农业信息化问题的思考[J]. 中国农村经济, 2001(12):27-31.
- [28] Davis F D. User Acceptance of Information Technology: System Characteristics, User Perceptions and Behavioral Impacts[J]. International Journal of Man-machine Studies, 1993, 38(3):475-487.

- [29] 刘丽. 农村居民信息需求与信息服务现状研究——以安徽亳州 Y 村田野调查为基础[J]. 图书馆论坛, 2015, 35(4): 62-68.
- [30] 曾庆敏, 陈利根, 龙开胜. 土地征收对农户收入的影响效应分析——基于倾向得分匹配模型的实证[J]. 农业现代化研究, 2019, 40(2): 253-263.
- [31] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [32] Chetty R, Looney A, Kroft K. Saliency and Taxation: Theory and Evidence[J]. American Economic Review, 2009, 99(4): 1145-1177.

(责任编辑: 蒋玮)

Agriculture Informatization and Quality of Agricultural Products: Analysis on the Behavior of Quality Certification of Agricultural Products Based on Family Farms

WU Jingru, HAN Dan, RUAN Rongping

Abstract: How to improve the quality and safety of agricultural products and satisfy consumers' demand is an important question that should be answered under the background of the transformation of the principal contradiction in our society at this stage. Based on the tracking panel data of 1461 family farms in the "national survey on the development index of new agricultural business entities", we regard the program of information-entering-village as a quasi-natural experiment and use PSM-DID method to empirically examine the impact and mechanism of informatization on the quality of agricultural products. The results show that informatization has a significant positive impact on the quality certification of agricultural products in family farms, and informatization can significantly improve the quality of agricultural products produced by family farms. And we further find that the results are achieved mainly through internal thrust and external tension. On the one hand, by cracking the constraints of agricultural product quality certification technology and reducing the cost of technology, informatization provides internal thrust; On the other hand, through broadening the sales channels of agricultural products and breaking the dilemma of narrow sales market, informatization promotes profits to provide external pull for the behavior of agricultural product quality certification. Therefore, we should continue to speed up the popularization of rural informatization service, improve farmers' ability to obtain and apply information, and strengthen the influence path of informatization on improving the quality of agricultural products.

Keywords: Informatization; Quality of Agricultural Products; Quality Certification of Agricultural Products; Family Farm; PSM-DID