

产品质量认证能否提高农户技术效率*

——基于山东、河北典型蔬菜种植区的证据

李 晗 陆 迁

摘要：本文基于河北廊坊、山东寿光两地典型蔬菜种植区的 1388 份微观数据，利用超越对数随机前沿生产函数构建技术效率微观分析框架，在此基础上运用倾向得分匹配法构建反事实假设，估计三种不同类型的产品质量认证对农户技术效率的平均处理效应，并基于回归调整方法对产品质量认证影响农户技术效率的内部机制进行分解，评价产品质量认证对技术效率提升的具体作用路径。研究结果表明：有机农产品认证与绿色食品认证对农户技术效率具有显著的提升作用，农户的技术效率分别提高 0.218 和 0.196；而无公害农产品认证没有显著提升农户的技术效率。考虑到某些不可观测的因素并采用稳健性估计后，该结论仍然稳健成立。此外，对效率增长的分解结果显示，有机农产品认证和绿色食品认证对技术效率的提升作用按贡献率大小依次来源于溢价激励的提升、成本压力的作用、组织支持的增强。

关键词：产品质量认证 技术效率 溢价激励 成本压力 组织支持 倾向得分匹配

中图分类号：F302.2 **文献标识码：**A

一、引言

农产品质量与安全是中国农业由增产导向转向提质导向进程中亟需解决的一大问题，而该问题很大一部分来源于农产品生产过程中非法投入品的使用以及合法投入品的滥用。为提高农业可持续发展能力，农业投入品的源头控制与农业生产标准化体系建设成为必然选择。为此，中央“一号文件”持续强调建立以“三品一标”^①认证为主的产品质量认证体系，着力培育农产品品牌，保护地理标志农产品，打造“一村一品”发展新格局。中国绿色食品发展中心的数据显示，截止至 2018 年年底，全

*本文研究受到国家自然科学基金面上项目“保护性耕作技术采用的需求诱导机制研究：组织支持、跨期选择与激励效果”（项目号：71973105）和国家自然科学基金面上项目“现代通讯技术使用对农户市场参与行为及绩效影响机制研究——基于交易成本视角”（项目号：71773093）的资助。本文通讯作者：陆迁。

^①无公害农产品、绿色食品、有机农产品和农产品地理标志统称为“三品一标”。

国“三品一标”获证单位总数达 58442 家，产品总数为 121743 个^①，为质量兴农战略和供给侧结构性改革的实施发挥了积极的示范作用。在中国农业生产体系中，蔬菜是除粮食作物外栽培面积最广、经济地位最重要的作物。2015 年，中国蔬菜种植面积为 21404.79 千公顷，产量达 76918.4 万吨^②。随着人们生活水平的提高，市场对于无公害、有机、绿色蔬菜的需求日益强劲。由于化肥、农药等农用化学品在蔬菜种植过程中的密集使用对蔬菜质量造成了严重影响，因而认证生产在蔬菜产业中较为普遍。

推行认证生产的主要目的在于两方面：一是通过严格控制农业生产要素投入，实现规制工具由末端管理向源头控制的转变，促使农户进行绿色生产；二是构建农业市场与政府规制的桥梁，增强高端绿色农产品的市场竞争力，促进农户增收（幸家刚，2018）。在严格的规制背景之下，产品质量认证给农户带来正反两方面的效应：一是投入品的约束、较高的劳动和资本投入以及产量损耗所产生的负面影响；二是产品价格的提升、销售渠道拓展等市场绩效改善所产生的正面影响（严功岸等，2019）。那么，一个值得深思的现实问题是，产品质量认证导致的成本压力和经济激励能否诱发农户通过采用先进技术以及改善要素配置从而提升技术效率，以此来弥补损失甚至进一步提高盈利能力？如果答案是肯定的，那么农户进行产品质量认证后，具体有哪些因素的变化引起农户技术效率提高？这些因素对技术效率提高的贡献如何？准确评价产品质量认证对农户技术效率的影响对于生态文明建设背景下的农业可持续发展具有一定的理论与现实意义。

产品质量认证在规制农户生产行为和改善农产品品质的同时，不可避免地影响农户生产过程中资本、劳动力等资源的再分配以及农户对新技术的采纳（Bac et al., 2018），进而影响农户生产效率。然而，学术界较少关注产品质量认证的农业生产效率问题。DeFries et al. (2017) 梳理了 2600 多份关于产品质量认证的学术论文后发现，现有研究缺乏构建反事实假设来检验产品质量认证对农业生产效率的影响。部分学者仅对产品质量认证与农业产出及农户福利的关系进行了分析。例如，Ayuya et al. (2015) 分析了肯尼亚菜农与养蜂者的数据，认为有机产品认证农户陷入多维贫困的可能性比非认证农户小，但需要投入比非认证农户更多的劳动力和损失一定的产量。Tran and Goto (2019) 分析了 401 户茶农的数据，认为产品质量认证虽然会导致较高的劳动力成本，但认证生产依旧带来显著的纯收入增长。然而 Jena et al. (2012) 评估了埃塞俄比亚小规模咖啡种植农户认证生产，发现认证并没有提高小农户的生产力水平，而且产品的价格溢价也不明显，同时暴露出农户难以从合作组织获得认证指标和信息服务等问题。具体到中国情景，幸家刚 (2018) 通过分析浙江省 1261 家新型经营主体的农产品质量安全认证绩效发现，41% 的认证经营主体其产品售价得到明显提高，但另外还有 41% 的认证经营主体表示经营成本也有显著增加。严功岸等 (2019) 通过分析河南省猕猴桃种植农户的绿色认证生产，认为绿色认证能够保证产品质量，提升销售价格，但同时造成了生产成本增加和产量降低。

梳理文献可知，现有研究对产品质量认证的溢价效果与经营成本的变化给予了大量评价。然而，

^①数据来源：《全国“三品一标”获证单位 5 万余家 产品总数超 12 万个》，<http://www.chinacoop.gov.cn/HTML/2019/04/15/151626.html>。

^②数据来源：农业部（编），2016：《中国农业统计资料 2015》，北京：中国农业出版社。

现有研究存在以下三点不足。一是没有将产品质量认证对农业产出和投入的影响放在一个综合的分析框架中，缺乏对产品质量认证政策有效性的验证。二是虽有学者通过观察产品质量认证农户的纯收入（也即利润）变化，将其作为衡量认证生产的可行性标准，但利润本身会掩盖投入和产出之间的关系，可能造成虚假盈利。进一步来说，农户收入的提高可能是由于投入较多的资本和劳动力，并非来自效率提高的推动，实质上不是促进农业产业健康发展的正确方向。现有研究已经充分证实，农户为达到认证标准需要投入大量的劳动力资源（Ayuya et al., 2015），政策制定者不得不考虑产品质量认证是否存在“农业内卷化”陷阱。三是没有考虑产品质量认证带来的某些不可观测因素对于农户生产的影响（例如劳动力的重新配置、规模经济等），可能会造成产品质量认证的评价偏误。而技术效率测算了生产过程中农作物实际产出与潜在产出之间的差距，可集中反映产出能力、资源利用效率和成本控制等多方面的经营特征，是效率的集中体现（范丽霞、李谷成，2012；吕娜、朱立志，2019），为上述问题的解决提供了一个新的思路。

在中国农产品市场，以“三品”代表的产品质量认证是当前农产品认证体系中的主要形式。由于中国农产品质量认证的获证单位主要是产业组织^①，获证单位不仅对农业生产资料投入具有严苛的规定和监管以保证农产品质量，同时提供溢价收购服务以降低农户市场参与难度，而且还为广大农户农业生产提供了多种指导与服务（丁长琴，2012）。产品质量认证基于以上运行机制对农户形成了成本压力、溢价激励与组织支持三种规制工具，且三种认证类型的规制强度不同，溢价水平与质量标准由高到低依次为有机农产品认证、绿色食品认证、无公害农产品认证。

鉴于此，本文分别测算有机农产品认证、绿色食品认证、无公害农产品认证农户的技术效率，并从理论和经验分析两个角度探讨不同认证类型对农户技术效率的影响。与以往文献相比，本文的独特之处在于构建产品质量认证对农户技术效率作用路径的微观理论模型，将产品质量认证对农业投入和产出的影响纳入一个分析框架，对以往研究运用单一指标评价产品质量认证进行补充。同时，为解决样本“自选择”和模型估计偏误问题，本文利用典型蔬菜种植区的微观调查数据，运用倾向得分匹配法（PSM）构建一组与认证农户样本相匹配的非认证农户样本，从而建立一个反事实框架，旨在较为准确地评价产品质量认证对农户技术效率的影响效应，并进一步对产品质量认证对技术效率的作用机制进行分解，以期揭示产品质量认证通过何种机制对效率的变化产生影响。

二、产品质量认证影响技术效率的理论分析

产品质量认证基于明确的市场价格信号，以严苛的认证标准和显著的质量溢价为组合，是国内外食品安全领域广泛应用的环境规制手段。而学术界关于环境规制与生产效率关系的讨论一直存在争议。新古典经济学的观点认为，环境规制作为一种合规压力，意味着生产主体额外的负担（Gray, 1987），至少短期内可能会出现生产效率倒退的现象（Jorgenson and Wilcoxon, 1990）。但以波特为代表的经济学家提出了具有影响力的波特假说，即严格而灵活的环境规制可以通过创新激励、效率改进和内部要

^①小农户也可以通过“公司（含合作社）+农户”的形式使自己的农产品获得认证标志。

素重新配置等传导途径诱发更高的生产效率 (Porter and van der Linde, 1995)。产品质量认证以“新合作主义规制框架——包含不具约束力的规则和标准,公私合作,自我规制”为特征(幸家刚, 2018),其蕴含的规制工具能够营造新的生产经营环境,驱动农户改进已有的生产方式。因此,本文认为产品质量认证能够通过溢价激励、成本压力与组织支持三种规制工具促使农户改进生产技术和优化要素配置,进而提高农户的技术效率。

(1) 产品质量认证通过溢价激励刺激农户提高技术效率。从理论上讲,农户提升管理水平、引入先进生产技术能够提升投入要素的使用效率,进而提高农户的技术效率(田红宇、祝志勇, 2018)。然而,小农户农业技术采用具有高投入、高风险等特点(王如芳等, 2011),农户是否采用新技术取决于外部激励水平。而经认证的农产品与普通农产品相比,表现出明显的价格优势,且品质越高的农产品,获得的溢价水平也就越高(蔡荣等, 2019)。因此,一方面,产品质量认证带来的溢价激励能够为农户引进农业先进技术与优化要素配置提供资金支持;另一方面,“优质优价”的运行机制对农户生产经营方式改进产生了“持续动态的经济激励”。而先进技术的采纳和要素的优化配置最终能够提高农户的技术效率。

(2) 产品质量认证通过成本压力倒逼农户提高技术效率。由于产品质量认证的规制,投入品(特别是增产效果明显的农用化学品)的使用受到限制,农户不得不选择价格较高的替代品(例如有机肥、低毒农药等),而且在绿色生产初期往往伴随着产量的下降。追求利益最大化的农户在面临产品质量合规成本增加时,一方面,基于成本压力改善生产技术从而降低成本的意愿和动机将会增强;另一方面,会重新配置生产要素以减少污染性和低效率生产要素的投入,增加清洁性和高效率生产要素的投入,进而提高农户技术效率。

(3) 产品质量认证通过组织支持协助农户提高技术效率。本研究认为,推行认证生产的产业组织不仅能够通过与农户建立“风险共担、利益共享”的利益联结机制,将农户协同到农产品产业链生产过程中,而且影响农户对于农业生产物资、信息、技术等要素的可获性和产品市场准入。因此,组织支持协助农户提高技术效率具体表现为三个方面。首先,产业组织为按照认证标准生产的农户提供标准化的技术规范,极大地改善了传统农业生产粗放的经营方式。其次,基于产业组织的技术培训不仅有助于农户对农业技术的采纳与改进,而且能够明显提高组织成员的人力资本水平(顾莉丽、郭庆海, 2015),而人力资本水平的提高则会进一步对农业技术和生产管理水平产生积极影响,进而促进农业技术效率的提高。最后,认证生产通过产业组织为农户提供互相学习和知识共享的交流平台,能够提高农户的分析能力和创新能力(Ayuya et al., 2015),从而有助于农户发现和学习潜在的农业生产技术。更重要的是,交流平台的打造有助于有效缓解由于信息不对称造成农户低效率的资源配置,而且信息作为附着于技术本身的无形要素同样影响农户决策,信息知识匮乏及由此导致的资源配置失效和技术采纳风险对农户采纳新技术有显著的负向影响,而信息流动能够提高农户对技术信息的了解和掌握程度,促进农户采纳新技术(黄季焜等, 2008)。因此,产品质量认证通过组织支持有利于农户提升生产技术和优化要素配置并最终促进技术效率的提高。

综上所述,产品质量认证在实施过程中的溢价激励、成本压力和组织支持促进了农户对先进技术

的采纳以及对要素的优化配置。基于此，产品质量认证影响农户技术效率的作用路径如图 1 所示。

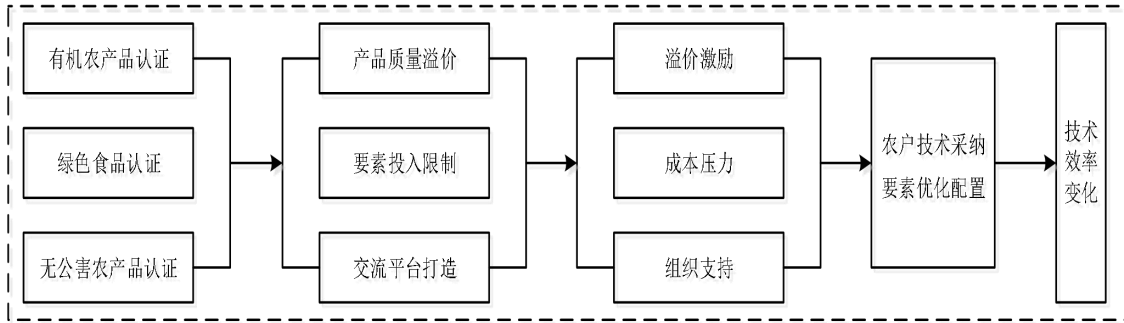


图 1 产品质量认证影响农户技术效率的作用路径

三、数据来源、模型构建和变量选取

(一) 数据来源

本文数据来源于课题组 2017 年 10~11 月在山东、河北两省对蔬菜种植农户进行的分层抽样与随机抽样调查。山东省和河北省是中国蔬菜种植的优势产区，是保障北方蔬菜供应的重要来源，聚集了全国“十三五”蔬菜规划重点县。其中，寿光蔬菜种植规模宏大，品种繁多，绿色无公害且营养丰富，打造出了寿光的“品牌蔬菜”；廊坊蔬菜基地紧靠京津地区，蔬菜种植不断引进各类新品种与新技术，产业发育较为成熟。为了保证数据的差异性，课题组共选取了 4 个样本地区进行调查，包括山东省潍坊市的寿光市以及河北省廊坊市的安次区、永清县和固安县；然后在每个区（市、县）随机选择 2~8 个乡镇；最后分别在每个乡镇中随机选择 3~5 个村庄，在每个村庄随机抽取 20~30 个有交流能力的农户。

课题组采取调查人员与受访农户（受访对象主要为户主）一对一访谈的方式进行调查，共发放 1450 份农户问卷。剔除无效样本^①后共获得 1388 份有效问卷，有效率为 95.72%。其中，山东的样本为 785 户，占比 56.56%；河北的样本为 603 户，占比 43.44%。本次调查的蔬菜品种以黄瓜、番茄、甜椒等果类为主，这类蔬菜在生产投入与管理上的差异较小，且调查区域为蔬菜基地，家庭生产专业化较高。因此，本文将上述蔬菜种植农户的生产经营放在统一的分析框架内。

(二) 模型构建

本文选用倾向得分匹配法（PSM）探讨产品质量认证对农户技术效率的影响，主要基于三个方面的考虑。首先，产品质量认证以自愿为主，是否参与认证由农户自己决定，因此样本中认证农户与非认证农户并非随机，存在样本“自选择”问题。其次，由于认证农户与非认证农户的初始禀赋不同，产品质量认证对农户技术效率的影响存在“选择偏差”，采用倾向得分匹配法可以检验认证农户的技术效率与假设其未获得认证时的技术效率是否一致。再次，由于无法获取认证农户未认证时的数据，直接比较认证农户与非认证农户的差异会产生内生性，而倾向得分匹配法通过搭建一个反事实假设，将

^①包含为了避免模型回归结果偏差而剔除多重认证的农户样本。

农户的多维度信息浓缩为一个因子，将认证农户与非认证农户进行多维度匹配，从而可以有效解决内生性问题。

本文将处理组（认证农户）与对照组（非认证农户）进行匹配，在控制相同外部条件下，探讨不同认证类型对农户技术效率的影响。分析步骤如下：

首先，本文运用 Logit 模型估计农户获得产品质量认证的条件概率拟合值，即倾向得分值的表达式为：

$$PS_m = \Pr(R_m = 1 | X_m) = E(R_m = 0 | X_m) \quad (1)$$

(1) 式中， PS_m 为倾向得分值。其中， $m=1\sim 3$ ，依次代表获得有机农产品认证、绿色食品认证、无公害农产品认证的农户。 $R_m=1$ ，表示认证农户； $R_m=0$ ，表示非认证农户； X_m 表示可观测到的户主特征、家庭特征和经营特征。

其次，将处理组与对照组进行匹配。为了验证匹配结果的稳健性，本文选取 K 近邻匹配（1-5 匹配）、核匹配、卡尺匹配三种方法分别进行匹配^①。

然后进行双重检验。一是共同支撑域检验，即判断处理组和对照组是否具有共同支撑区域，取值范围是否存在部分重叠。二是平衡性检验，即通过比较处理组和对照组在解释变量上是否存在显著差异来判断匹配质量。最后，计算处理组和对照组的农户技术效率差异，即平均处理效应（ATT），以得到产品质量认证对农户技术效率的影响。ATT 的表达式如下：

$$ATT = E(Y_{1m} | R_m = 1) - E(Y_{0m} | R_m = 1) = E(Y_{1m} - Y_{0m} | R_m = 1) \quad (2)$$

(2) 式中， Y_{1m} 为认证农户的技术效率； Y_{0m} 为认证农户假设其未获得认证时的技术效率。

$E(Y_{1m} | R_m = 1)$ 可以直接观测到，但 $E(Y_{0m} | R_m = 1)$ 不可直接观测到，属于反事实结果，本文运用倾向得分匹配法构造相应替代指标。

（三）重要变量及其测度

(1) 产品质量认证。本文选用反事实假设的方法分析认证对于农户技术效率的处理效应，故将产品质量认证设置为虚拟变量。如果样本农户种植和销售的蔬菜获得了有机产品认证、绿色食品认证、无公害农产品认证中的一种，则赋值为 1（作为处理组）；如果样本农户没有获得认证，则赋值为 0（作为对照组）^②。

^①K 近邻匹配（1-5 匹配）是以倾向得分值为基础，为每一个认证农户寻找倾向得分值最接近的 5 个非认证农户，并将 5 个非认证农户进行加权平均得到一个样本，将该样本作为认证农户的匹配样本。卡尺匹配是指通过限制倾向得分绝对距离进行匹配，本文将卡尺设为 0.020，对倾向得分值相差 2% 的观测值进行匹配。核匹配是指通过设定倾向得分宽带为 0.060，对宽带内的对照组样本加权平均后同处理组样本进行匹配。

^②需要特别说明的是，由于本文重点考察每种产品质量认证对农户技术效率的净处理效应，因此为了避免测算单一认证造成的估计偏误，本文仅考虑进行单一认证的农户样本，剔除了多重认证的农户样本。

(2) 技术效率。本文运用超越对数随机前沿生产函数测算样本农户的技术效率。技术效率常见的测算方法有非参数型的数据包络分析 (DEA) 和参数型的随机前沿分析 (SFA)。两者各有优缺点, 但与 DEA 相比, SFA 能够避免随机因素 (例如自然灾害等) 对生产前沿面的影响, 更吻合农业生产的本质特征 (范丽霞、李谷成, 2012), 且对异常值不敏感。经典随机前沿模型暗含的假设是投入要素之间是完全替代或完全互补的。但在农业生产中, 要素之间的替代弹性往往是不确定的, 所以本文选择相对灵活的超越对数生产函数来进行随机前沿分析, 模型具体形式如下:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln L_i + \beta_2 \ln K_i + \beta_3 \ln T_i + \beta_4 (\ln L_i)^2 + \beta_5 (\ln K_i)^2 + \beta_6 (\ln T_i)^2 + \beta_7 \ln L_i K_i + \beta_8 \ln L_i T_i + \beta_9 \ln T_i K_i + (V_i - \mu_i) \quad (3)$$

(3) 式中, Y_i 为第 i 个农户的产出, 用农户当年蔬菜种植的总产值表示; L 为劳动力投入, 用劳动工日 (自雇工日和雇佣工日之和) 表示; K 为资本投入, 用农户蔬菜种植的直接投入金额表示, 包括耕种、肥料、农药、地租、农业设施维护人工费、社会化服务等环节的支出; T 为土地投入, 用农户蔬菜种植面积表示; $(V_i - \mu_i)$ 为混合误差项, 其中, V_i 为服从正态分布的随机误差, μ_i 为非负的农户生产效率损失率。

农户生产的技术效率 (TE_i) 测算公式如下:

$$TE_i = \frac{E(Y_i | \mu_i, Q_i)}{E(Y_i | \mu_i = 0, Q_i)} \quad (4)$$

(4) 式中, Q_i 表示农户生产的各项投入, $E(Y_i | \mu_i, Q_i)$ 表示实际产出的期望值, $E(Y_i | \mu_i = 0, Q_i)$ 表示不存在技术无效率情况下前沿面上产出的期望值。 TE_i 表示技术效率, 即实际产出与前沿面上产出的比例, 取值为 0 到 1。

(3) 控制变量。本文综合考虑内部特征和外部因素两个方面的影响, 且借鉴已有研究 (Tran and Goto, 2019; Bac et al., 2018) 从户主特征 (年龄、受教育程度、种植年限)、家庭特征 (家庭规模、劳动力规模、种植规模、是否拥有运输工具)、经营特征 (是否加入合作社、土地流转、到集镇的距离、技术培训) 中选择 11 个控制变量。另外, 为了控制由于地区差异造成的估计偏误, 本文在回归中加入地区虚拟变量。

由表 1 的描述性统计可知, 非认证农户 483 户, 占比 34.80%; 有机农产品认证 130 户, 占比 9.37%; 绿色食品认证 168 户, 占比 12.10%; 无公害农产品认证 607 户, 占比 43.73%。本文选用 SPSS22.0 软件, 运用独立样本 t 检验分析了三类认证农户与非认证农户在各项指标之间的均值差异。三类认证农户与非认证农户的技术效率分别相差 0.207、0.132 和 0.116。其他各类指标的均值差异也均显著, 这有助于识别农户产品质量认证的影响因素。

表 1 三种认证农户与非认证农户指标均值差异的描述性统计及统计推断

变量名称	变量说明	全样本	非认证	有机		绿色		无公害	
		均值	均值	均值	差值	均值	差值	均值	差值
技术效率	由SFA计算所得	0.602	0.512	0.719	0.207**	0.644	0.132*	0.628	0.116***
年龄	户主年龄(岁)	50.878	53.185	48.246	-4.939*	49.405	-3.78**	49.033	-4.152*
受教育程度	户主受教育年限(年)	7.241	6.816	7.854	1.038**	7.345	0.529*	7.541	0.725*
种植年限	种植蔬菜年限(年)	27.533	30.456	24.892	-5.564*	26.607	-3.849**	25.087	-5.369
家庭规模	家庭总人数	4.777	5.098	4.431	-0.667*	4.851	-0.247**	4.505	-0.593**
劳动力规模	家庭从事蔬菜种植的人数	2.039	2.111	2.146	0.035***	2.053	-0.058*	2.158	0.047**
种植规模	蔬菜种植面积(亩)	3.615	4.073	2.682	-1.391*	4.329	0.256**	3.338	-0.735**
拥有运输工具	否=0, 是=1	0.402	0.514	0.185	-0.329**	0.387	-0.127**	0.332	-0.182**
加入合作社	否=0, 是=1	0.207	0.167	0.100	-0.067*	0.021	-0.146**	0.064	-0.103*
土地流转	转出=0, 转入=1	0.045	0.054	0.073	0.019*	0.096	0.042***	0.094	0.040**
到集镇的距离	到最近集镇的距 离(公里)	3.248	4.117	0.998	-3.119**	3.824	-0.293*	0.867	-3.250*
技术培训	培训次数	4.012	3.989	4.754	0.765*	4.184	0.195**	4.164	0.175**

注：①*、**、***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平；②差值分别为三种认证农户各指标均值与非认证农户相应指标均值相减得到。

四、产品质量认证对农户技术效率的影响分析

(一) 随机前沿生产函数技术效率估计结果

利用 Frontier 4.1 软件对上文(3)式超越对数随机前沿生产函数进行极大似然估计(估计结果见表 2),并对全体样本进行技术效率测算,将测算结果作为效率值的数据来源。为了进一步验证基于超越对数形式的随机前沿生产函数测算结果的稳健性,本文借鉴朱秋博等(2019)的做法,采用 LR 检验对模型进行两方面的假设检验,即假设前沿生产函数为 C-D 函数和假设技术进步为希克斯中性。LR 检验结果表明,两项假设均被拒绝,且模型回归结果中绝大多数变量均高度显著^①。这说明,本文所选随机前沿生产函数拟合较好,可为进一步进行倾向得分匹配法模型估计提供良好基础。

表 2 随机前沿生产函数参数估计结果

	估计系数	标准误
ln L	2.510***	0.380
ln K	-0.413***	0.057

^①限于篇幅,详细的检验过程与结果未予汇报。

产品质量认证能否提高农户技术效率

$\ln T$	0.505***	0.041
$\ln L^2$	0.044***	0.003
$\ln K^2$	0.052***	0.002
$\ln T^2$	-0.102**	0.051
$\ln L \times \ln T$	0.211*	0.110
$\ln K \times \ln L$	0.015***	0.005
$\ln K \times \ln T$	-0.001***	0.000
σ_u	0.511***	0.026
σ_v	1.273***	0.045
λ	2.490***	0.063
LR 值	58.40***	
观测值	1388	

注：①括号内为标准误；②*、**、***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平。

(二) 产品质量认证对农户技术效率的影响效应分析

1. Logit 模型估计结果。为了实现认证农户与非认证农户样本的匹配，首先需要对农户获得产品质量认证的条件概率拟合值进行回归分析。基于 Logit 模型的极大似然估计结果由表 3 给出。

表 3 基于 Logit 模型的农户获得产品质量认证的条件概率拟合值估计结果

	有机农产品认证	绿色食品认证	无公害农产品认证
年龄	-0.037** (0.019)	-0.030* (0.016)	-0.040* (0.021)
受教育程度	0.024** (0.012)	0.027* (0.014)	0.125** (0.063)
种植年限	-0.035* (0.019)	-0.041** (0.021)	0.025* (0.013)
家庭规模	0.114** (0.060)	0.037** (0.018)	0.122** (0.061)
劳动力规模	0.503* (0.279)	0.105*** (0.022)	0.631* (0.323)
拥有运输工具	-0.740** (0.364)	-0.516* (0.273)	0.125** (0.059)
加入合作社	0.643** (0.322)	0.412*** (0.114)	0.587** (0.294)
土地流转	0.573*** (0.190)	0.246* (0.133)	0.986* (0.519)
到集镇的距离	0.134*** (0.045)	0.059** (0.028)	0.234* (0.123)
技术培训	2.183*** (0.727)	1.861** (0.935)	1.156** (0.550)
地区虚拟变量	2.005*** (0.501)	1.145*** (0.254)	2.781** (1.324)
LR 值	141.650***	546.210***	220.740***
Pseudo R ²	0.164	0.287	0.216

注：①括号内为标准误；②*、**、***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平。

从表 3 可以看出，本文选取的控制变量对产品质量认证均存在显著影响。其中，各变量对三种认证的影响方向基本一致。户主年龄、种植经验、是否拥有运输工具对有机农产品认证和绿色食品认证均存在显著的负向影响。其余变量对农户有机农产品认证和绿色食品认证均存在显著的正向影响。户主年龄对无公害农产品认证存在显著的负向影响，其余变量对农户无公害农产品认证有显著的正向影响。地区固定效应对三种认证均存在显著影响，这说明控制地区差异非常有必要。

2.共同支撑域检验。为了保证匹配的质量，在获得农户选择产品质量认证的倾向得分后，还需要讨论匹配的共同支撑域条件。图2、图3、图4是农户倾向得分匹配后的密度函数图。

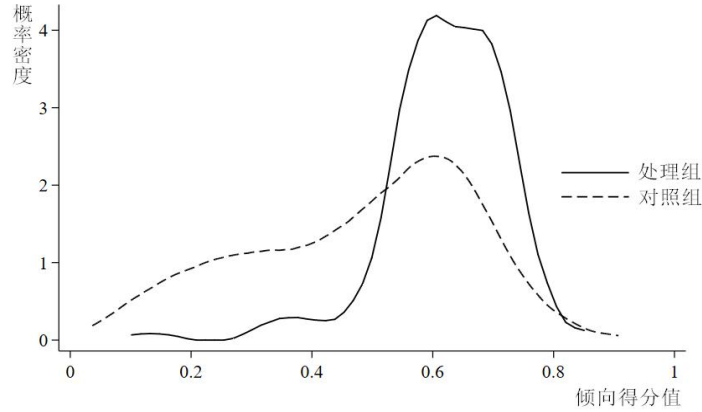


图2 有机农产品认证处理组与对照组共同支撑域

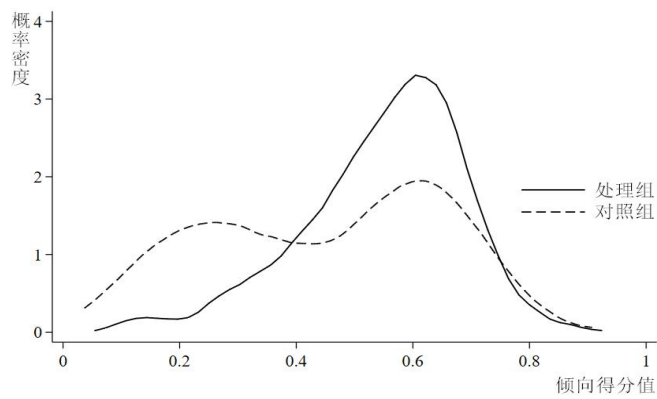


图3 绿色食品认证处理组与对照组共同支撑域

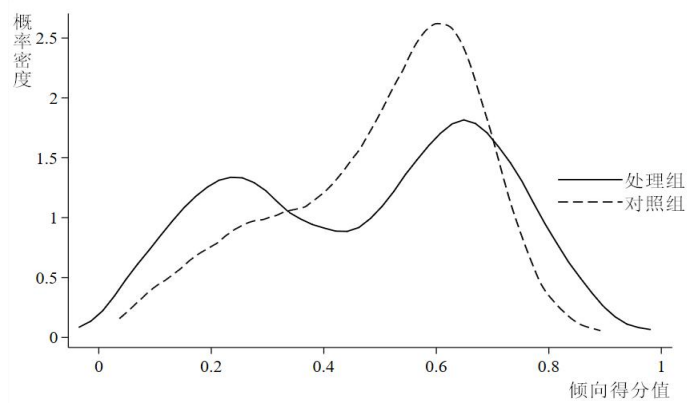


图4 无公害农产品认证处理组与对照组共同支撑域

由图2~4可以看出，匹配后处理组和对照组的倾向得分区间具有相当大范围的重叠，而且大多数

观察值在共同取值范围内。此外，根据三种不同匹配方法的样本最大损失结果（见表4）可知，处理组与对照组进行匹配后仅有少量的样本损失，表明匹配结果良好。

表4 倾向得分匹配结果

	有机农产品认证			绿色食品认证			无公害农产品认证		
	未匹配 样本	匹配 样本	合计	未匹配 样本	匹配 样本	合计	未匹配 样本	匹配 样本	合计
处理组	4	126	130	14	154	168	54	553	607
对照组	12	471	483	6	477	483	12	471	483
总计	16	597	613	20	631	651	66	1025	1090

注：本文采用三种匹配方式进行样本估计，故存在三种样本损失量。受限于篇幅，表4只报告了最大损失量，以此说明模型的整体样本损失量。

3.平衡性检验。倾向得分估计是为了平衡认证农户和非认证农户之间的解释变量分布，而不是为了准确预测农户获得认证的概率。因此，在样本完成匹配后，本文进一步分别检验三种认证类型在两组样本之间解释变量差异的统计显著性。平衡性检验结果如表5所示。

表5 平衡性检验结果

	有机农产品认证			绿色食品认证			无公害农产品认证		
	P-R ²	LR 统计量	标准化 误差	P-R ²	LR 统计量	标准化 误差	P-R ²	LR 统计量	标准化 误差
匹配前	0.132	114.30	28.3	0.027	27.58	7.2	0.221	420.42	32.4
K近邻匹配	0.002	0.80	2.2	0.004	1.98	0.4	0.002	3.19	3.7
卡尺匹配	0.002	0.79	2.3	0.006	2.98	0.5	0.002	3.34	3.5
核匹配	0.003	1.25	2.3	0.006	2.75	0.9	0.002	2.69	1.7

注：标准化误差给出的是百分数（%）形式。

样本匹配后，解释变量的标准化误差整体小于4%^①，显著降低了总体偏误。LR统计量显著下降，有机农产品认证的LR统计量从匹配前的114.3下降到匹配后的0.79~1.25，绿色食品认证的LR统计量从匹配前的27.58下降到匹配后的1.98~2.98，无公害农产品认证的LR统计量从匹配前的420.42下降到匹配后的2.69~3.34。P-R²值也显著下降，有机农产品认证的P-R²值从匹配前的0.132下降到匹配后的0.002~0.003，绿色食品认证的P-R²值从匹配前的0.027下降到匹配后的0.004~0.006，无公害农产品认证的P-R²值从匹配前的0.221下降到匹配后的0.002。上述结果表明，倾向得分匹配显著降低了处理组与对照组之间的解释变量差异，样本匹配质量较好。

4.产品质量认证对农户技术效率影响的平均处理效应。表6给出了三种不同匹配方式测算的产品质量认证对农户技术效率的影响。从测算结果可以发现，虽然采取了多种匹配方法，但从定性的角度看，三种方法测算的结果是一致的，即产品质量认证对农户技术效率的影响方向和影响程度基本相同，

^①根据表5可知，标准化误差最大为3.7%。

说明估计结果具有较好的稳健性。表 6 的最后一行给出了三种测算方法的平均值。从整体来看，不同类型的产品质量认证对农户技术效率呈现差异化影响。

表 6 产品质量认证对技术效率的平均处理效应

匹配方法	有机农产品认证 (ATT)	绿色食品认证 (ATT)	无公害农产品认证 (ATT)
K 近邻匹配	0.221*** (0.051)	0.195** (0.098)	0.110 (0.102)
核匹配	0.227*** (0.049)	0.207*** (0.013)	0.154 (0.124)
卡尺匹配	0.206*** (0.023)	0.186* (0.089)	0.128 (0.197)
平均值	0.218	0.196	0.131

注：①括号内为标准误；②*、**、***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平。

表 6 显示，有机农产品认证农户的技术效率比非认证农户高 0.218，绿色食品认证农户的技术效率比非认证农户高 0.196，而三种匹配方式在统计水平上没有表现出无公害农产品认证对农户技术效率存在显著影响。这说明，产品质量认证中有机农产品认证和绿色食品认证显著提高了农户技术效率。从理论上讲，产品质量认证给予农户一定的成本压力和经济激励，合规成本和经济补偿效应刺激农户进行生产投入要素的优化配置和生产技术的改进，通过提高技术效率来弥补农业绿色生产的成本。但是，三种认证类型对农户技术效率的影响不同。有机农产品认证的要求最为严格，在生产过程中禁止使用任何人工合成的化学物质，相应的溢价水平也最高，合规成本和经济补偿共同促使农户不断提升生产技术水平。绿色食品认证的要求略低于有机农产品认证，允许农户限量、限品种、限时间、限频率地使用人工合成的农药、肥料和调节剂等化学投入品，其溢价水平也较低，所以其对技术效率的提升作用小于有机农产品认证。而无公害农产品认证仅仅要求不使用国家禁用的农药和化肥即可，而且溢价水平较低，没有对农户生产方式和要素投入产生较大影响。因此，与非认证农户相比，模型估计结果并没有显示出统计水平上的显著性差异，即无公害农产品认证对农户技术效率的提升作用不显著。这进一步说明了产品质量认证的规制强度对农户技术效率的影响，即只有当产品质量认证带来的规制强度达到某个水平时，产品质量认证才能有效改变农户行为，从而达到提高技术效率的效果。

五、产品质量认证影响农户技术效率的机制分析

前文研究表明，产品质量认证中的有机农产品认证和绿色食品认证对农户技术效率提升有显著的促进作用，但需要进一步对这种提升作用的生成机理给出更为直观的解释。即农产品获得产品质量认证后具体有哪些因素的变化引起了农户技术效率的提升？这些因素对效率提升的贡献有多大？为此，本文在对产品质量认证引起的技术效率增长进行分解的基础上，参照 Rubin (1997) 提出的回归调整方法，并借鉴陈飞、翟伟娟 (2015) 构建的分解方程，对技术效率增长的具体来源以及产品质量认证的影响机制做进一步分析与验证，具体分为三个步骤。

第一，计算农户技术效率在处理组与对照组之间的差分，记为： $\Delta y_i = y_{1i} - y_{0i}$ 。该差分变量代表认证农户 i 的净效率增长。

第二，分析并计算技术效率驱动因素在处理组和对照组之间的差分，记为： $\Delta m_i = \Delta m_{1i} - \Delta m_{0i}$ 。

该差分变量用来衡量产品质量认证影响农户技术效率变化的主要因素。处理组与其匹配样本可以看作同一农户两次不同的实验结果，因此，不受产品质量认证影响的技术效率驱动因素在处理组和对照组之间的差异应显著为零，而受产品质量认证影响的技术效率驱动因素在处理组和对照组之间的差异应显著不为零。

第三，构建 Δy_i 对 Δm_i 的回归方程，分析 Δm_i 中各分量对净效率增长 Δy_i 的影响，并计算各分量对净效率增长的贡献率。

正如前文理论分析所述，产品质量认证可以通过技术的采纳与改进以及生产要素的优化配置两种途径来提升技术效率。但技术效率提升的深层次原因在于产品质量认证所具有的规制工具对农户行为的驱动，同时也是推动技术效率提升的主要因素。因此，产品质量认证所导致的溢价激励和成本压力是引起技术效率提升的最为主要的原因。本文使用处理组和对照组的实际销售单价和中间投入差值分别衡量农户所面临的溢价激励和成本压力。另外，正如上文理论分析部分所述，产业组织能够为认证农户提供各项支持服务，由此对农户的技术效率产生作用。因此，本文还使用处理组与对照组样本的组织支持程度差值来衡量组织支持驱动因素所导致的技术效率改变。关于组织支持的研究结果表明，当组织成员感受到组织的良好互动时，会感受到较多的组织支持，成员基于互惠原则，从而产生一系列与组织利益一致的行为 (Organ, 1997)。基于理论与现实背景，本文选用农户对组织支持的评价作为组织支持的代理变量^①。基于上述分析，本文构建如下方程：

$$\Delta y_i = \theta_0 + \theta_1 \Delta P_i + \theta_2 \Delta F_i + \theta \Delta S_i + \xi_i \quad (5)$$

(5) 式中，变量 Δy_i 为产品质量认证的净效率增长， ΔP_i 为认证农户与非认证农户销售单价的差值， ΔF_i 为中间投入的差值， ΔS_i 组织支持的差值。(5) 式的加权 OLS 估计结果由表 7 列 (1) 给出；技术效率驱动因素的平均处理效应基于 K 近邻匹配法 (1-5 匹配) 计算，结果如列 (2) 所示；列 (3) 给出净效率增长来源，利用技术效率驱动因素的 ATT 值乘以系数估计值得到；列 (4) 给出了技术效率驱动因素对农户产品质量认证的净效率的贡献率。

表 7 列 (2) 显示，技术效率驱动因素的 ATT 值均在统计水平上显著。这表明，产品质量认证带来的技术效率增长主要是通过溢价激励的提升、成本压力的作用和组织支持的增强来实现。对于两种认证类型的农户，溢价激励的边际效应分别为 0.541、0.485，其对技术效率净增长的贡献率最大，分别为 32.569%、31.224%。这意味着，作为理性人，农户对农业生产方式的改变主要取决于其获得的预期收益，认证带来销售价格提升后，农户更有动力改变传统的生产和管理方式，改良土壤土质和肥力，即通过提高单位土地的生产率来实现农业生产效益的提升。另外，产品质量认证的合规成本压力对农户技术效率提升的贡献率也较大，分别达到 25.688%、28.061%。当农户感受到要素投入成本上升可能会带来收益损失时，会积极选用先进农业技术与优化资源配置，提高生产要素的使用效率，来填补成本的上升空间，从而倒逼农户提高技术效率。组织支持对农户生产效率提升的贡献率分别达到 19.724%

^①该代理变量具体使用本次调查中关于农户对组织支持的评价：“在您农业生产中，产业组织及其成员为您农业生产提供了较为所需的信息与帮助（很不同意=1，比较不同意=2，一般=3，比较同意=4，很同意=5）”。

和 20.918%。这说明，获得产品质量认证的农户通过产业组织得到更多的技术、信息等资源，促进了农户生产技术的提升以及生产要素的流通与优化配置，最终在一定程度上提升了农户技术效率。

表 7 农户技术效率净增长分解结果

		系数估计值 (1)	技术效率驱动因素的 ATT (2)	净效率增长来源 (3)	贡献率 (%) (4)
有机农产品认证	溢价激励差值 ΔP_i	0.541**	0.131***	0.071	32.569
	成本压力差值 ΔF_i	0.448*	0.124**	0.056	25.688
	组织支持差值 ΔS_i	0.214***	0.202**	0.043	19.724
绿色食品认证	溢价激励差值 ΔP_i	0.485***	0.126**	0.061	31.224
	成本压力差值 ΔF_i	0.456**	0.121*	0.055	28.061
	组织支持差值 ΔS_i	0.206**	0.197***	0.041	20.918

注：①*、**、***分别代表 10%、5%和 1%的显著性水平；②有机农产品认证方程的判定系数 R^2 为 0.886，绿色食品认证方程的判定系数 R^2 为 0.914；③有机农产品认证的平均处理效应为 0.218，绿色食品认证的平均处理效应为 0.196（见表 6）。

六、稳健性检验

需要注意的是，倾向得分匹配法是基于农户可观测因素的异质性对样本农户进行匹配，以解决样本偏差问题，但在变量选择时可能存在遗漏变量或者某些不可观测因素产生的异质性所造成的样本选择性偏差，从而造成估计偏误（参见 Ma and Abdulai, 2016）。为检验上述结果的稳健性，本文进一步运用内生转换回归模型（ESR）同时考虑可观测因素与不可观测因素的影响，在有效解决样本选择造成内生性的基础上验证产品质量认证对农户技术效率的平均处理效应。

本文中，内生转换回归模型的估计过程分为两步：首先，在回归的基础上构造反事实分析框架；其次，通过比较真实情景与反事实情景下认证农户与非认证农户的技术效率的期望值，估计获得产品质量认证对农户技术效率的处理效应，包括认证农户技术效率的平均处理效应（ATT）和非认证农户技术效率的平均处理效应（ATU）。具体回归结果如表 8 所示。

表 8 内生转换回归的平均处理效应

处理效应	有机农产品认证	绿色食品认证	无公害农产品认证
ATT	0.215*** (0.004)	0.197*** (0.015)	0.105 (0.107)
ATU	0.316*** (0.002)	0.397*** (0.006)	0.004 (0.013)

注：①括号内为标准误；②***代表 1%的显著性水平。

表 8 中，有机农产品认证与绿色食品认证农户的平均处理效应（ATT）分别为 0.215 和 0.197，并在 1%的统计水平上显著，无公害农产品认证同样没有表现出对技术效率的显著提升作用。表 8 的结果与前文运用倾向得分匹配法获得的平均处理效应仅有较小差异。这说明，通过倾向得分匹配对样本选择进行处理后，产品质量认证对农户技术效率的提升效果较为稳健。另外，通过内生转换回归模型进一步得出非认证农户的平均处理效应（ATU）分别为 0.316（显著）、0.397（显著）和 0.004（不显

著)。这说明,未进行无公害农产品认证的农户如果进行了无公害农产品认证,其技术效率也不会得到提升;未进行有机农产品认证的农户如果获得了认证,其技术效率将会提升 0.316;同样地,未进行绿色食品认证的农户如果获得了认证,其技术效率将会提升 0.397。上述结果进一步从侧面说明,有机农产品认证和绿色食品认证对农户技术效率具有显著的提升作用。

七、研究结论与政策启示

本文利用河北、山东两省典型蔬菜种植区的微观调研数据,以技术效率来表征农户的生产效率,基于计量分析模型构建反事实分析框架,估计了三种类型的产品质量认证对农户技术效率的平均处理效应,并对产品质量认证提升技术效率的具体来源进行分解。本研究发现,对比非认证农户,有机农产品认证与绿色食品认证对农户技术效率分别提升 0.218 和 0.196;而无公害农产品认证没有在统计水平上显著提升农户的技术效率。进一步分析发现,有机农产品认证和绿色食品认证对技术效率的提升作用依次来源于溢价激励的提升、成本压力的作用、组织支持的增强。

根据上述研究结论,本文得到如下三点政策启示。第一,提高农户参与产品质量认证的积极性。虽然有机农产品认证和绿色食品认证能够提高技术效率,但其普及率低,农户反应冷漠,究其原因在于上述两种认证生产对农户的生产技术条件及认证门槛要求过高。然而,加强环境治理与提高农业发展质量并不矛盾,关键要配合灵活与合适的激励手段。因此,在此过程中应做好相应的技术支持与经济补偿,在生产资料(例如有机肥、低毒农药)购买方面给予价格优惠,积极组织农业技术推广专家对先进农业技术(例如病虫害综合防控技术等)进行现场指导。另外,在实践中利用广播、电视、网络等媒介大力开展产品质量认证宣传教育活动,提升农户参与认证生产的积极性。

第二,保障认证生产农户的生产效益。基于产品质量认证作用于技术效率提升的路径,首先发挥溢价激励的作用,诱导农户参与到产品认证生产中。具体来说,增强认证农产品在市场上的辨识度,提升产品价格,增强绿色生产的效益水平。其次,充分发挥产业组织的技术指导与信息交流作用,政府可通过税收优惠、提供专项补贴等形式,激励新型主体在技术服务、信息服务、公共物品投资、农业产业化发展等方面发挥积极的辐射带动功能。

第三,严防认证生产中的道德风险。政府应监督合作组织严格执行认证标准,提高农户违约成本,防治生产源头层面的道德风险问题,并出台相应激励与补偿政策,建立灵活的规制手段,切实保障绿色生产农户的经济利益和生产热情。

参考文献

- 1.蔡荣、汪紫钰、钱龙,2019:《加入合作社促进了家庭农场选择环境友好型生产方式吗?——以化肥、农药减量施用为例》,《中国农村观察》第1期。
- 2.陈飞、翟伟娟,2015:《农户行为视角下农地流转诱因及其福利效应研究》,《经济研究》第10期。
- 3.丁长琴,2012:《我国有机农业发展模式及理论探讨》,《农业技术经济》第2期。
- 4.范丽霞、李谷成,2012:《全要素生产率及其在农业领域的研究进展》,《当代经济科学》第1期。

- 5.顾莉丽、郭庆海, 2015:《农民合作社在农产品质量安全中的功能及运作机制——基于吉林省农民合作社的分析》,《中国流通经济》第8期。
6. 黄季焜、齐亮、陈瑞剑, 2008:《技术信息知识、风险偏好与农民施用农药》,《管理世界》第5期。
- 7.吕娜、朱立志, 2019:《中国农业环境技术效率与绿色全要素生产率增长研究》,《农业技术经济》第4期。
- 8.田红宇、祝志勇, 2018:《农村劳动力转移、经营规模与粮食生产环境技术效率》,《华南农业大学学报(社会科学版)》第5期。
- 9.王如芳、张吉旺、董树亭, 2011:《我国玉米主产区秸秆资源利用现状及其效果》,《应用生态学报》第6期。
- 10.幸家刚, 2018:《新型农业经营主体农产品质量安全认证行为研究》,浙江大学博士学位论文。
- 11.严功岸、刘瑞峰、马恒运, 2019:《为什么要保护绿色认证生产者的利益——来自河南西峡猕猴桃的证据》,《农业技术经济》第6期。
- 12.周月书、孙冰辰、彭媛媛, 2019:《规模农户加入合作社对正规信贷约束的影响——基于社会资本的视角》,《南京农业大学学报(社会科学版)》第4期。
- 13.朱秋博、白军飞、彭超、朱晨, 2019:《信息化提升了农业生产率吗?》,《中国农村经济》第4期。
- 14.Bac, V. H., T. Nansaki, and Y. Chomei, 2018, "Profit Efficiency of Tea Farmers: Case Study of Safe and Conventional Farms in Northern Vietnam", *Environment, Development and Sustainability*, 21(4):1695-1713.
- 15.DeFries, R. S., J. Fanzo, P. Mondal, R. Remans, and S. A. Wood, 2017, "Is Voluntary Certification of Tropical Agricultural Commodities Achieving Sustainability Goals for Small-scale Producers? A Review of The Evidence", *Environmental Research Letters*, 12(3):1-11.
- 16.Ayuya, O. I., E.O. Gido, H. K. Bett, J. K. Lagat, A. K. Kahi, and S. Bauer, 2015, "Effect of Certified Organic Production Systems on Poverty among Smallholder Farmers: Empirical Evidence from Kenya", *World Development*, 67(10): 27-37.
- 17.Tran, D., and D. Goto, 2019, "Impacts of Sustainability Certification on Farm Income: Evidence from Small-scale Specialty Green Tea Farmers in Vietnam", *Food Policy*, 83(11): 70-82.
- 18.Jena, P. R., S. Till, and G. Ulris, 2012, "The Impact of Coffee Certification on Small-scale Producers' Livelihoods: A Case Study from The Jimma Zone Ethiopia", *Agricultural Economics*, 43(4): 429-440.
- 19.Gray, W. B., 1987, "The Cost of Regulation: OSHA, EPA and the Productivity Slowdown", *American Economic Review*, 77(5):998-1006.
- 20.Jorgenson, D.W., and P. J. Wilcoxon, 1990, "Environmental Regulation and Economic Growth", *The Rand Journal of Economics*, 21(2):314-340.
- 21.Porter, M. E., and C. van der Linde, 1995, "Toward a New Conception of the Environment Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 9(4):97-118.
- 22.Rubin, D. B., 1997, "Estimating Causal Effects from Large Data Sets Using Propensity Scores", *Annals of Internal Medicine*, 127(8):757-763.
- 23.Organ, D. W., 1997, "Organizational Citizenship Behavior: It's Construct Clean-Up Time", *Human Performance*, 10(2):85-97.

24.Ma, W., and A. Abdulai, 2016, "Does Cooperative Membership Improve Household Welfare? Evidence from Apple Farmers in China", *Food Policy*, 58(1): 94-102.

(作者单位: 西北农林科技大学经济管理学院)

(责任编辑: 何 欢)

Can Product Quality Certification Improve Farmers' Technological Efficiency?

Li Han Lu Qian

Abstract: Based on 1388 micro-data of typical vegetable growing areas in Langfang of Hebei Province and Shouguang of Shandong Province, this article constructs a micro analytical framework for technical efficiency by using the transcendental logarithmic stochastic frontier production function. Based on this, it uses the propensity score matching method (PSM) to construct the counterfactual hypothesis to estimate the average processing effect of three different types of product quality certification on farmers' technical efficiency, and decomposes its internal mechanism to evaluate the specific path of product quality certification to the technical efficiency. The results show that organic agricultural product certification and green food certification have played a significant role in improving farmers' technical efficiency, and their technical efficiency has increased by 0.218 and 0.196, respectively, whereas pollution-free certification has not significantly improved farmers' technical efficiency. In addition, the decomposition results of efficiency growth show that the contribution of organic agricultural product certification and green food certification to technical efficiency comes from the promotion of premium incentive, the role of cost pressure and the enhancement of organizational support. After some unobservable factors and adopting robustness estimates are taken into consideration, the conclusions can still be steadily established.

Key Words: Product Quality Certification; Technical Efficiency; Premium Incentive; Cost Pressure; Organizational Support; Propensity Score Matching