



绿色防控技术采纳影响因素及收入效应研究

田路, 郑少锋, 陈如静

The influencing factors and income effects of green prevention-control technology adoption — An empirical analysis based on the survey data of 792 vegetable growers

TIAN Lu, ZHENG Shaofeng, and CHEN Rujing

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12357/cjea.20220038>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

信息素养、绿色防控技术采用行为对农户收入的影响

The impact of information literacy and green prevention-control technology adoption behavior on farmer household income

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(11): 1823-1834

绿色防控技术采纳行为的影响因素和生产绩效研究——基于四川省水稻种植户调查数据的实证分析

Impact factors and production performance of adoption of green control technology: An empirical analysis based on the survey data of rice farmers in Sichuan Province

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(1): 136-146

技术感知、环境认知与农业清洁生产技术采纳意愿

Technical perception, environmental awareness and adoption willingness of agricultural cleaner production technology

中国生态农业学报(中英文). 2018, 26(6): 926-936

农户采纳稻虾共作模式意愿的影响因素及其异质性

Influencing factors of farmers' willingness to adopt rice-crayfish co-culture and their heterogeneity

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(10): 1752-1761

长江经济带农业绿色增长的时空格局及影响因素研究

Spatio-temporal patterns and impact factors of green economic growth of agriculture in the Yangtze River Economic Belt

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(5): 764-774

中国规模生猪养殖的绿色技术进步偏向

Biased green technology progress in China's scale pig breeding

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(11): 1811-1822



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

DOI: 10.12357/cjea.20220038

田路, 郑少锋, 陈如静. 绿色防控技术采纳影响因素及收入效应研究——基于792户菜农调查数据的实证分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(10): 1687-1697

TIAN L, ZHENG S F, CHEN R J. The influencing factors and income effects of green prevention-control technology adoption — An empirical analysis based on the survey data of 792 vegetable growers[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2022, 30(10): 1687-1697

绿色防控技术采纳影响因素及收入效应研究^{*}

——基于792户菜农调查数据的实证分析

田路, 郑少锋^{**}, 陈如静

(西北农林科技大学经济管理学院 杨凌 712100)

摘要: 本文以山东省寿光市蔬菜种植户为例, 对菜农采纳绿色防控技术的影响因素和收入效应进行定量分析, 以便为绿色防控技术在蔬菜种植行业的有效推广、促进菜农绿色生产和提质增收提供政策参考。基于山东寿光792户菜农的微观数据, 采用赫克曼修正法模型从“采纳决策”和“采纳程度”两个方面探究了影响菜农绿色防控技术采纳的影响因素, 运用内生转换回归模型分析菜农绿色防控技术采纳对其收入的平均处理效应。研究发现: 1) 菜农对绿色防控技术的采纳程度不足, 样本农户中只采纳1项和2项绿色防控技术的数量最多, 占总样本比重分别为36.87%和27.27%; 2) 菜农绿色防控技术认知水平、接受质检和培训经历、会主动利用互联网搜集信息对菜农的绿色防控技术采纳行为显著正相关, 地块数量、信息设备数量对菜农的绿色防控技术采纳行为显著负相关; 3) 人均收入超过样本平均水平的菜农更乐于接受绿色防控技术, 且该技术的采用可增加菜农年均收入的比重为7.2%。据此, 应发挥绿色防控技术的增收效应, 激发菜农采纳新技术的内生动力, 提出政府应加快健全绿色防控技术推广机制, 完善风险补偿机制、给予菜农技术政策补贴, 增强菜农的科学技术意识、积极推动农户适度规模经营等政策建议。

关键词: 绿色防控技术; 采纳强度; 收入效应; 赫克曼修正法; 内生转换模型

中图分类号: F323.3

开放科学码(资源服务)标识码(OSID):



The influencing factors and income effects of green prevention-control technology adoption — An empirical analysis based on the survey data of 792 vegetable growers^{*}

TIAN Lu, ZHENG Shaofeng^{**}, CHEN Rujing

(School of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: To comply with the agricultural production trend of protecting the ecological environment, reducing the application of chemical pesticides, comprehensively developing green agriculture, and helping the rural areas to achieve long-term development, the Chinese government made efforts to promote the application of green prevention-control technology; however, the application level of this technology in China is not high and existing research on the adoption of green prevention-control technology as a method selection by farmers is insufficient. To promote the adoption of green prevention-control technologies by vegetable farmers, achieve

* 国家自然科学基金项目(7177031481)资助

** 通信作者: 郑少锋, 主要研究方向为农业经济管理。E-mail: zsf831@163.com

田路, 主要研究方向为农业经济管理。E-mail: tianlu216@163.com

收稿日期: 2022-01-16 接受日期: 2022-03-11

* This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (7177031481).

** Corresponding author, E-mail: zsf831@163.com

Received Jan. 16, 2022; accepted Mar. 11, 2022

green production and quality improvement and income increase, provide policy reference for the effective promotion of green prevention-control technologies in the vegetable planting industry, and enrich the promotion theory of green prevention-control technologies, this study used vegetable growers in Shouguang City, Shandong Province as an example to quantitatively analyze the influencing factors and income effects of vegetable farmers' adoption of green prevention-control technologies. Based on the micro-data of 792 vegetable farmers, this study characterized the behavior of vegetable farmers in adopting green prevention-control technology according to two aspects, adoption decision and adoption degree, explored the influencing factors affecting the adoption of green prevention-control technology of vegetable farmers using the Heckman correction method model. And the average treatment effect of the adoption of green prevention-control technology of vegetable farmers on their income was analyzed by using an endogenous conversion regression model. The study found that the degree of adoption of green prevention-control technologies by vegetable farmers was insufficient. The numbers of vegetable farmers adopting one and two green prevention-control technologies were the largest, which were 292 households and 216 households, respectively, accounting for 36.87% and 27.27% of the total sample, respectively. The level of awareness of green prevention-control technology of vegetable farmers, the experience of getting quality testing and training, and the active use of the internet in collection of information were significantly positively correlated with the adoption of green prevention-control technologies by vegetable farmers. Factors such as the number of plots owned, the number of information devices significantly negatively correlated with the adoption of green prevention and control technologies among vegetable farmers. Vegetable farmers whose per capita income exceeded the average sample level were more willing to accept green prevention-control technology, and the use of this technology could increase the proportion of the average annual income of vegetable farmers by 7.2%. Therefore, a variety of factors, such as family, information, and government policies, affect the decision-making and adoption degree of green prevention-control technologies by vegetable farmers; moreover, the adoption of green prevention-control technologies has a positive impact on the income of vegetable farmers. Based on this, we should give full play to the increase in the income effect of green prevention-control technology, stimulate the endogenous motivation of vegetable farmers to adopt new technologies, and propose that the government should accelerate the improvement of the promotion mechanism of green prevention-control technology, improve the risk compensation mechanism, give vegetable farmers science and technology policy subsidies, enhance the scientific and technological awareness of vegetable farmers, and actively promote the moderate-scale operation of farmers.

Keywords: Green prevention-control technology; Adoption intensity; Income effects; Heckman correction method; Endogenous transformation model

我国作为人口大国和农业大国,化学农药在农业生产中扮演着必不可少的角色,在消灭病、虫、草害的同时,可以保障农产品的产量和供给,但是不科学、不合理地使用农药会为生态环境带来很大的负外部性^[1-2]。我国在农业科学技术的研究、应用和推广上起步较晚,精细化农业生产的发展缓慢,农作物对化肥的吸收效率低下,因此在实际生产中普遍存在着化肥农药污染严重、农产品质量安全治理困难等问题^[3],化学农药也已经成为影响生态环境和农产品质量安全的重要因素之一。由于受困于经济状况,欠发达地区和发展中国家的农药使用,相较于发达地区和发达国家更高;因此普遍存在过量使用农药引发的农民中毒事件发生^[4]。连续3年,中央一号文件均提出有关农产品质量安全的内容,提倡加大禁限用药物查处力度,加强农兽药用药安全培训^[5]。在此背景下,我国政府加快了绿色防控技术的推广步伐。绿色防控技术包括科学农药防治、物理防治、生物防治和生态调控共4种技术措施^[6],可以实现控制病虫害,确保农产品质量和农业生态安全,被视为典型的农药替代性技术。且有研究表明,农业技术进步有利于降低中国化肥投入的面源污染^[7]。

绿色防控技术的采用既可以提高防控效率,降低农药依赖度,对生态环境也很友好^[8],其环保效应在学术界得到普遍认同。

经济学研究中的“理性人”假设几乎是所有经济分析的逻辑前提^[9],该假设认为,决策主体是精于计算和判断的,他们不会盲目从众、也不会感情用事,而是以自身经济利益最大化为目标,经过权衡分析后做出最理性的决策。因此根据利润的计算公式:利润=收入-成本,农户作为农业生产决策者,面对绿色防控技术的采纳决策时,一方面要考虑采用该技术所能带来的收益,另一方面也要考虑新技术的采纳成本和风险。从农户的角度研究影响其对绿色防控技术采纳决策的问题,本质是研究农户禀赋等主客观因素对农户采纳新技术的成本和风险认知的影响。陈会英等^[10]在研究影响农户采纳新技术水平的因素后将其总结为6个方面:1)农业经营利益低,2)农业技术外部性强,3)规模约束,4)风险约束,5)信息制约,6)素质约束。其他学者的研究表明农户性别、年龄、受教育程度、家庭中从事农业生产的人数等因素会对其学习能力和风险认知产生不同程度的影响^[11-14];而种植面积、土地集约化程度等会

通过改变新技术的单位面积固定成本影响农户的技术采纳决策^[15-17];农户的信息素养、政府的技术推广政策则会通过新技术采用成本影响农户的决策行为^[2,18-19]。Yoder 等^[20]在 1959 年提出的“农业踏车效应”中指出,农产品生产中引入先进技术会造成生产成本函数的下移、农产品供给函数的右移。因为通常农产品的需求曲线是向右下方倾斜的,因此农产品的市场价格就会下降,如果生产者能够增加产量或者使成本的下降幅度超过商品价格的下降幅度,那么生产者就会获益;而如果农产品的需求曲线的价格弹性比较低,可能会造成农产品价格的急剧下降,以至于产品的销售总收入下降大于成本下降量,最终会造成生产者损失。

因此已有研究对不同农业技术的收入效应还存在争议: Doss 等^[13]研究发现多项农业技术采用对玉米种植户有显著的产量效应、收入效应和减贫效应;黄祖辉等^[21]通过分析研究我国 1994—2001 年的农业数据,发现在农业生产中技术进步带来的影响占比越来越重,但技术进步带给农民纯收入的提升水平远低于技术进步水平,在技术进步背景下农民农业纯收入是负增长; Mercy 等^[22]通过对加纳的可可种植户研究发现,采用推荐的成套技术可以提高单位面积可可的产量;张宽等^[23]通过面板向量自回归模型(PVAR)分析发现,农业的技术进步会正向促进农民收入。近年来还有大量学者对各类化肥农药替代技术进行具体研究:陈雪婷等^[24]和侯晓康等^[25]分别对长江流域水稻种植户采用生态种养模式、苹果种植户采纳测土配方施肥技术对其收入影响进行研究,结果发现新技术的采用与其收入显著正相关,验证了农户采纳化肥农药替代技术会给收入带来正面影响;耿宇宁等^[26]研究发现采取绿色防控技术对陕西猕猴桃种植户有显著的经济效应。但也有部分研究的结论与之相反,熊鹰等^[27]运用 Logit 模型和 DEA-PSM 模型对四川省水稻种植户进行研究,实证结果表明绿色防控技术的采用对水稻种植户的生产绩效影响并不明显。绿色防控技术运用在蔬菜种植业中的收入效应如何,有待实证。同时由于农户主观应用意识不够强、技术使用成本高、技术推广力度不够等因素,目前绿色防控技术在我国推广和应用程度仍然有待提高,在实际生产中使用该技术的农户数量较少,这也成为影响我国农业可持续发展的因素之一^[6,27]。研究清楚何种因素影响菜农对绿色防控技术的认知和采纳,这关系着菜农对绿色防控技术采纳的信赖度和长期性;探究采纳绿色防控

技术对收入的影响效应,可以了解绿色防控技术对菜农的经济激励,有助于激发菜农采纳该技术的内生动力,从而更有针对性地推广绿色防控技术。

已有关于农户采纳绿色防控技术的研究主要从采纳决策进行单方面的研究,本文将农户对绿色防控技术的采纳看作一个逐步加深的动态学习过程,从“采纳决策”和“采纳程度”两个方面表征菜农绿色防控技术采纳行为。本文以在山东寿光调研获取的 792 份蔬菜种植户微观数据为研究对象,一方面是相较于其他农产品,蔬菜生长具有肥水要求高、病虫害多、周期短等特点,这些特征决定了蔬菜生产的污染控制更依赖于生产者、安全控制更困难等特点^[28],且现有研究主要集中在粮食作物,较少涉及蔬菜这一特殊经济作物;另一方面是山东寿光被称为“中国蔬菜之乡”,近些年加快了病虫害防控技术的发展步伐,全面推广绿色防控技术的生产应用,对研究绿色防控技术的收入效应具有代表性。基于此,本文在借鉴前人研究的基础上,从农户视角出发,先验性地从个人、家庭、信息和政府 4 个方面对影响菜农采纳绿色防控技术的因素进行划分,通过赫克曼矫正法对菜农采纳绿色防控技术的影响因素进行分析研究;通过内生转换回归模型分析研究绿色防控技术采纳行为对菜农的收入效应,以期对绿色防控技术的持续推广提供理论支撑和政策建议。

1 研究方法

1.1 菜农绿色防控技术采纳行为影响因素分析——赫克曼矫正法

面对一项新的农业生产技术,农户的采纳行为是逐步加深的过程^[29]。因此本文将菜农绿色防控技术采纳行为分为两个阶段:第一步是菜农是否采纳该项技术;第二步是菜农对于该项绿色防控技术的采纳程度。菜农只有在选择采用绿色防控技术的行为基础上,才能判定其对新技术的采纳程度。基于 Van de Ven 等^[30]的理论基础和秦诗乐等^[31]的实证研究,本文通过构建赫克曼矫正法模型来拟合菜农的决策过程。

第一步是菜农是否采用绿色防控技术的决策模型:

$$P(z=1|X)=\phi\left(\alpha_0+\sum_{i=1}^n\alpha_iX_i\right) \quad (1)$$

式中: z 是菜农是否采纳绿色防控技术的二元变量, $z=1$ 表示菜农至少采用 4 项绿色防控技术中任意一项,它由 n 个因素 X_i 解释。 $\phi(\cdot)$ 是累积正态分布函数,

其中 α_0 为常数项, α_i 为待估系数。由于可能存在样本选择性偏误,因此构建如下修正因子:

$$\lambda = \varphi \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i \right) / \left[1 - \phi \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i X_i \right) \right] \quad (2)$$

式中: λ 代表经过回归估计计算出的逆米尔斯比率,用作第二阶段的修正参数,如果该参数显著不为0,说明样本存在选择性偏误; $\phi(\cdot)$ 与 $\varphi(\cdot)$ 分别代表服从标准正态分布的密度函数和相应的累积分布函数。第二步是构建菜农对绿色防控技术采纳程度的估计模型:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \omega \lambda + \pi_i \quad (3)$$

式中: y_i 为被解释变量,代表第*i*个样本农户对绿色防控技术的采纳程度,取值范围大于等于0,小于等于4; X_i 表示控制变量; β_0 是回归常数项; β_i 和 ω 是待估计参数; π_i 是随机误差项。

为验证该模型回归结果的稳健性,本文采用Logit模型和普通最小二乘法(OLS)的回归结果进行对比分析,因这两种模型比较简单常见,故不再展开说明。

1.2 菜农绿色防控技术采纳的收入效应——内生转换回归模型

已有研究最常用的方法是工具变量法(IV)和倾向得分匹配法(PSM),目的是一方面解决变量的内生性问题,另一方面解决样本的选择性偏差问题,其中倾向得分匹配法(PSM)仅能控制可观测变量的异质性,无法控制不可观测变量的异质性;工具变量法(IV)解决了估计偏差问题,但是未考虑处理效应的异质性。因此,本文采用Lokshin等^[32]提出的内生转换回归模型估计绿色防控技术的收入效应,原因如下:1)解决了菜农绿色防控技术采纳的自选择和内生性问题,还考虑了不可观测变量的影响;2)可以分别对采纳和未采纳绿色防控技术的收入效应进行对比考察;3)可以实现反事实分析,避免信息遗漏,所得的模型结果有更高的准确性。

因此基于以上分析,构建菜农的收入模型为:

$$Y_i = X_i a + A_i \eta + \varepsilon_i \quad (4)$$

式中: Y_i 为农业收入,是自变量 X_i 的线性函数; A_i 代表虚拟变量“菜农是否采纳了绿色防控技术”, $A_i=1$ 表示菜农采纳了绿色防控技术, $A_i=0$ 表示菜农未采纳该技术; a 和 η 为待估计参数; ε_i 是误差项。按照菜农是否采用绿色防控技术构建结果方程,分成采纳组和未采纳组两个样本组,对比分析对菜农收入

的影响,具体模型如下:

$$A_i = Z_i \gamma + \mu_i \quad (5)$$

$$Y_{i1} = X_i' \beta_{i1} + \varepsilon_{i1} \quad A_i = 1 \quad (6)$$

$$Y_{i0} = X_i' \beta_{i0} + \varepsilon_{i0} \quad A_i = 0 \quad (7)$$

式中: Z_i 为自变量向量; Y_{i1} 和 Y_{i0} 分别表示菜农采纳和未采纳绿色防控技术的农业收入; X_i' 是解释变量,代表菜农收入水平的影响因素; μ_i 、 ε_{i1} 、 ε_{i0} 分别表示误差项; γ 、 β_{i1} 、 β_{i0} 为待估参数。此处引入“菜农对绿色防控技术有效性认知”变量作为菜农采纳该技术的识别变量,检验结果显示,菜农对绿色防控技术的有效性认知会影响农户采纳该技术,但是对菜农收入没有直接影响。

计算出逆米尔斯比率 λ_{i1} 、 λ_{i0} 和误差项的协方差 $\sigma_{\mu 1} = \text{cov}(\mu_i, \varepsilon_{i1})$ 、 $\sigma_{\mu 0} = \text{cov}(\mu_i, \varepsilon_{i0})$,分别带入公式(6)和公式(7):

$$Y_{i1} = X_i' \beta_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda_{i1} + \zeta_{i1} \quad A_i = 1 \quad (8)$$

$$Y_{i0} = X_i' \beta_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda_{i0} + \zeta_{i0} \quad A_i = 0 \quad (9)$$

式中: λ_{i1} 和 λ_{i0} 控制不可观测变量产生的选择性偏差; ζ_{i1} 和 ζ_{i0} 满足条件零均值假设。应用完全信息极大似然法对公式(5)和公式(8)、公式(9)进行联立估计。根据内生转换回归模型的估计结果,测算出菜农绿色防控技术采纳行为的平均处理效应以及反事实收入效应,二者相减即为菜农绿色防控技术采纳行为的平均处理效应(ATT)。

$$\text{ATT} = E[Y_{i1}|A=1] - E[Y_{i0}|A=1] = X_i(\beta_{i1} - \beta_{i0}) + \lambda_{i1}(\sigma_{\mu 1} - \sigma_{\mu 0}) \quad (10)$$

2 数据来源与统计分析

2.1 数据来源

本文数据来源于2019年在山东寿光开展的实地调研,在国家自然科学基金项目“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”的支持下,课题组对山东省寿光市的蔬菜种植户采用多阶段抽样和随机抽样相结合的抽样方法进行实地调研。通过采用一对问卷调查以及访谈的方式,最终完成801份农户问卷调查,其中有效问卷797份,问卷有效率为99.50%。将重要变量缺失的样本删除后,本文实证研究样本为792份。

2.2 样本基本特征

本文研究的绿色防控技术包括有农药防治技术、物理防治技术、生物防治技术和生态调控技术共4项^[6],调查样本中有567户、332户、267户和136户菜农分别采用4项技术(表1)。其中采纳户数最多

的是农药防治技术, 占样本农户的 71.6%; 采纳户数最少的是生态调控技术, 占样本农户的 17.2%。

表 1 样本菜农采纳不同绿色防控技术的分布情况
Table 1 Distribution of different green prevention-control technologies adopted by sample vegetable famers

| | 农药防治 Pesticide control | 物理防治 Physical control | 生物防治 Biotic-control | 生态调控 Ecological regulation |
|--|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 采纳户数 Number of adopted households | 567 | 332 | 267 | 136 |
| 未采纳户数 Number of not adopted household | 224 | 459 | 524 | 655 |
| 总户数 Total number of households | 792 | 792 | 792 | 792 |

样本农户对 4 种绿色防控技术的采纳个数分布如图 1 所示, 其中完全未采纳绿色防控技术的农户数量有 96 户, 占总样本的 12.12%; 完全采纳, 即 4 项绿色防控技术全部采纳的仅有 14 户, 占样本农户的 1.77%; 仅采纳一项技术的农户占比最高, 占总样本的 36.87%, 菜农对绿色防控技术的采纳程度严重不足。

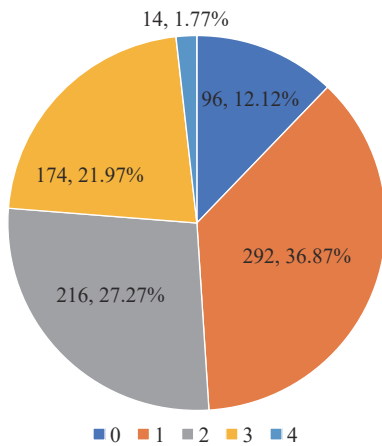


图 1 采用不同数量绿色防控技术的农户占比分布图
Fig. 1 Distribution of proportions of sample vegetable farmers adopting different numbers of green prevention-control technologies

表 2 统计结果显示: 个人角度来看, 男性在样本农户中占比达 60%, 其平均年龄为 51.41 岁, 上学时长均值为 7.79 年, 主要文化程度为初中水平; 家庭角度来看, 样本农户中平均每户有 2.06 人从事蔬菜种植, 平均每户种植蔬菜 0.27 hm²、地块数为 2.04 块; 信息角度来看, 有 48% 的样本农户家中接入了互联网, 平均每个样本农户家庭拥有电脑和智能手机等信息设备数量为 2.31 部, 86% 的受访菜农表示会主动利用互联网和信息设备搜索获取所需农业信息; 政府角度来看, 95% 的受访农户表示接受过蔬菜质

量检测, 36% 的农户接受过政府组织的技术培训, 76% 的农户表示在购买化肥时接受过专业人员的指导; 80% 的农户认为采用绿色防控技术会对自己的收益产生正向影响。

本文的收入效应研究以菜农种植蔬菜获取的收入来表征, 具体是指菜农家庭全年从事蔬菜种植所取得的净收入: 在菜农全年的蔬菜种植收入减去各种可变成本之后的每公顷净收益基础上, 为消除异方差, 又对每公顷净收益取对数, 最终农业收入的表征均值为 13.18 (表 3)。

3 结果与讨论

3.1 农户绿色防控技术采纳行为影响因素

由于可能存在样本选择性偏误的问题, 本文通过赫克曼矫正法进行估计。在第一阶段关于菜农采纳绿色防控技术的决策模型中, 逆米尔斯比率显著不为零, 说明调研样本确实存在选择性偏误的问题。将赫克曼矫正法的估计结果与 Logit 模型、普通最小二乘法 (OLS) 的估计结果进行对比分析, 发现结果较为接近, 这说明研究结果具有稳健性。表 4 为决策方程和程度方程的回归结果。

1) 个人因素方面, 年龄和年龄的平方 2 个变量在行为方程和决策方程中的系数都趋近于零, 因此菜农年龄对其绿色防控技术的采纳行为影响较小。调查发现在传统农村家庭中, 家庭中的重大决策主要由户主做出, 包括关于蔬菜种植中是否采用新技术的决策, 因此受访菜农的年龄对绿色防控技术的采纳行为影响不大。菜农的性别和文化程度与两个因变量正向相关但并不显著, 实地调研发现传统农村家庭中, 户主的性别大多数是男性, 且主要为初中文化程度, 菜农在种植过程中, 主要依赖于种植经验和人工投入, 文化程度和教育水平对菜农的影响并不显著。

2) 家庭因素方面, 种植人数对于是否采用绿色防控技术和采用绿色防控技术的程度正相关。因为一个家庭专门从事蔬菜种植的劳动力越多, 该家庭的主要收入就越依赖于蔬菜种植, 家庭就会投入更多的时间和精力在蔬菜生产中, 他们接触和学习绿色防控技术的可能性会更大, 采用该技术的意愿也更强烈。蔬菜种植面积与两个因变量正相关, 但不显著, 而种植蔬菜的土地块数对于两个因变量显著负相关, 这表明种植面积越大、土地越集中, 菜农对于新技术和规模经营的需求也会更强烈, 菜农在生产经验中更容易形成规模经济。而土地细碎化的生

表 2 菜农绿色防控技术采纳影响因素模型的变量定义、预期方向及描述性统计
Table 2 Variable definition, expected direction and descriptive statistics of influencing factors model of vegetable farmers' green prevention-control technology adoption

| | 变量名称 Variable name | 变量含义 Variable meaning | 预期方向 Expected direction | 均值 Mean | 标准差 Standard deviation |
|-----------------------------|---|--|----------------------------|------------|---------------------------|
| 因变量 Dependent variable | 是否使用绿色防控技术 Whether to use green prevention-control technology | 1=是, 0=否 1=yes, 0=no | | 0.88 | 0.32 |
| | 采纳绿色防控技术个数 Number of green prevention-control technologies adopted | 农户采纳该技术的实际个数 Actual number of farmers adopting this technology | | 1.65 | 1.01 |
| 自变量 Independent variable | 个人因素 Personal element | 性别 Gender 1=男性, 0=女性 1=male, 0=female | + | 0.60 | 0.49 |
| | | 年龄 Age 农户的年龄 Farmer's age | - | 51.41 | 8.83 |
| | | 年龄平方 Age square 农户年龄的平方 Square of farmer's age | - | 2720.84 | 914.55 |
| | | 教育 Education 农户的上学时长(年) Schooling years of farmers | + | 7.79 | 2.96 |
| | 家庭因素 Family factors | 种植人数 Number of planters 农户家庭主营蔬菜种植的人数 Number of farmers mainly engaged in vegetable cultivation | - | 2.06 | 0.62 |
| | | 蔬菜面积 Vegetable area 农户目前种植蔬菜的实际面积 Actual area of vegetables at present (hm ²) | + | 0.27 | 0.35 |
| | | 地块数 Number of plots 农户种植的实际地块数 Actual number of plots planted by farmers | - | 2.04 | 1.63 |
| | 信息因素 Information factors | 互联网 Internet 1=是, 0=否 1=yes, 0=no | + | 0.48 | 0.50 |
| | | 信息设备 Information devices 电脑、智能手机的数量 Number of computers and smart phones | + | 2.31 | 0.95 |
| | | 您是否会利用信息设备主动搜集信息 Will you actively collect information by using information equipment? 1=是, 0=否 1=yes, 0=no | + | 0.86 | 0.35 |
| | 政府因素 Government factors | 种植技术 Planting technique 接受技术培训次数 Number of technical trainings received | + | 3.25 | 1.01 |
| | | 质量检测 Quality detection 接受质量检测的次数 Number of times of quality inspection | + | 0.95 | 0.22 |
| | | 安全培训 Safety training 接受安全培训次数 Number of safety trainings | + | 0.36 | 0.48 |
| | | 指导化肥 Guide fertilizer 接受指导化肥次数 Number of times of receiving fertilizer instruction | + | 0.76 | 0.43 |
| | 识别变量 Identification variable | 您觉得绿色防控技术有效吗 Do you think that green prevention and control technology is effective? 1=是, 0=否 1=yes, 0=no | + | 0.80 | 0.40 |

表 3 绿色防控技术采纳的收入效应模型变量定义、预期方向及描述性统计
Table 3 Variable definition, expected direction and descriptive statistics of revenue effect model of adoption of green prevention-control technologies

| | 变量名称 Variable name | 变量含义 Variable meaning | 预期方向 Expected direction | 均值 Mean | 标准差 Standard deviation |
|-----------------------------|---|---|----------------------------|------------|---------------------------|
| 因变量 Dependent variable | 农业收入 Farming income | 每公顷净收益对数 Logarithm of average net income per hectare (¥) | | 13.18 | 0.79 |
| 自变量 Independent variable | 是否使用绿色防控技术 Whether to use green prevention and control technology | 1=是, 0=否 1=yes, 0=no | + | 0.88 | 0.32 |
| | 采纳绿色防控技术个数 Number of green prevention and control technologies adopted | 农户采纳该技术的实际个数 Actual number of farmers adopting this technology | + | 1.65 | 1.01 |

表 4 菜农绿色防控技术采纳决策和采纳程度影响因素的估计结果及 OLS 回归和 Logit 回归对比
Table 4 Estimation of factors influencing the adoption decision and adoption degree of green prevention-control technology of vegetable farmers, and the comparison of OLS regression and Logit regression

| 变量 Variable | 赫克曼矫正法 Heckman correction method | | | | Ols回归 Ols regression | | Logit回归 Logit regression | |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | 采纳程度 Adoptation degree | | 采纳决策 Adoptation decision | | 采纳程度 Adoptation degree | | 采纳行为 Adoptation behavior | |
| | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 |
| | Coefficient | Standard error | Coefficient | Standard error | Coefficient | Standard error | Coefficient | Standard error |
| 性别 Gender | 0.050 | 0.070 | 0.023 | 0.138 | 0.068 | 0.075 | 0.087 | 0.255 |
| 年龄 Age | 0.002* | 0.033 | 0.071 | 0.053 | 0.057* | 0.032 | 0.122 | 0.095 |
| 年龄平方 Age square | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.001 | -0.001* | 0.000 | -0.001 | 0.001 |
| 教育 Education | 0.016* | 0.013 | 0.027 | 0.024 | 0.027** | 0.013 | 0.061 | 0.044 |
| 种植人数 Number of planters | -0.013 | 0.055 | -0.124 | 0.098 | -0.090 | 0.056 | -0.237 | 0.176 |
| 蔬菜面积 Vegetable area | 0.008 | 0.009 | -0.022 | 0.014 | -0.009 | 0.008 | -0.039* | 0.024 |
| 地块数 Number of plots | -0.058** | 0.030 | 0.163** | 0.071 | 0.012 | 0.027 | 0.309** | 0.141 |
| 网络 Internet | 0.125 | 0.087 | 0.301** | 0.140 | 0.314*** | 0.075 | 0.571** | 0.267 |
| 信息设备 Information devices | -0.386*** | 0.112 | 0.218 | 0.186 | -0.161 | 0.112 | 0.413 | 0.341 |
| 搜集信息 Gather information | 0.016 | 0.046 | 0.146 | 0.090 | 0.098** | 0.045 | 0.250 | 0.167 |
| 种植技术 Planting technique | -0.041 | 0.039 | -0.111 | 0.073 | -0.109*** | 0.038 | -0.228* | 0.136 |
| 质量检测 Quality detection | 0.474** | 0.197 | 0.523** | 0.233 | 0.078 | 0.158 | 0.866** | 0.412 |
| 安全培训 Safety training | 0.126 | 0.131 | 0.813*** | 0.175 | 0.328*** | 0.077 | 1.591*** | 0.375 |
| 指导化肥 Guide fertilizer | 0.121 | 0.083 | -0.059 | 0.147 | 0.074 | 0.087 | -0.119 | 0.269 |
| 有效性认知 Effective cognition | | | 0.262* | 0.152 | | | 0.472* | 0.279 |
| 常数项 Constant term | 3.022*** | 1.033 | -1.359 | 1.529 | 0.487 | 0.895 | -2.096 | 2.748 |
| 逆米尔斯比率 Mills lambda | | | | | -1.414** | | | |

、**、* 分别表示变量在 $P < 0.01$ 、 $P < 0.05$ 和 $P < 0.1$ 置信水平显著。, ** and * respectively indicate that the variables are significant at $P < 0.01$, $P < 0.05$ and $P < 0.1$ confidence levels.

产方式对于采纳和推广绿色防控技术会有负面影响,即农户的地块数量越多,土地分散程度越强,越不利于采纳绿色防控技术。

3) 信息因素方面,受访农户家中是否接入互联网与两个因变量呈正相关,但不显著,原因可能是大部分受访农户对互联网的使用不熟练,且主要用来娱乐,很少利用互联网学习农业相关知识。是否拥有智能手机、电脑等信息设备与农户的绿色防控技术是否采用及采用程度显著负相关,在实地调查中发现,受访农户主要使用智能手机的娱乐软件,很少有农户会使用手机主动搜索解决蔬菜种植中遇到的问题,因此信息设备更多地用于娱乐消耗时间,对绿色防控技术的采纳并没有正面帮助。而会使用信息设备主动搜集获取信息与采纳绿色防控技术显著正相关,这与已有的研究结论类似^[2],即菜农的信息素养会通过降低学习成本对其绿色防控技术的采纳产生影响。主动获取蔬菜种植技术与是否采纳绿色防控技术、采纳程度呈正相关关系,但不显著。

4) 政府因素方面,农户有接受质量检测的经历对两个因变量都显著正相关,说明有政府政策监督

的情况下,大家更倾向于学习使用绿色防控技术,生产符合检测标准的蔬菜。政府是否组织安全培训与农户是否采纳绿色防控技术的决策显著正相关,这与熊鹰等^[27]的研究结论一致:安全培训有助于加深农户对绿色防控技术的了解和认知,使其更愿意采纳该技术。指导购买化肥指标对两个因变量的影响不够显著,这可能是因为在施肥过程中更依赖于经验种植,更愿意使用熟悉的化肥品牌,按照经验控制施肥量。

此外,本文将菜农对绿色防控技术的有效性认知作为识别变量,结果表明当菜农认为绿色防控技术有用时,采纳意愿更强烈,采纳概率更高。总体来看,对菜农的绿色防控技术采纳决策行为影响最明显的因素来自政府;而对菜农绿色防控技术采纳程度产生显著影响的是信息因素和政府因素。

3.2 绿色防控技术采纳的收入效应

表 5 是内生转换回归模型的结果,探究绿色防控技术采纳对菜农收入的影响效应。其中,表内最后一行的对数似然估计值为负,这说明模型的参数拟合效度较高。表中 rho1 和 rho2 分别是绿色防控技

表 5 绿色防控技术采纳行为对采纳和未采纳农户农业收入的影响对比

Table 5 Comparison of the impact of green prevention-control technology adoption behavior on the agricultural income of farmers adopting and unaccepting technology

| 变量 Variable | 绿色防控技术采纳模型 Green prevention-control technology adoption model | | 农业收入 Farming income | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | | | 采纳技术 Adopting technology | | 未采纳技术 Unaccepting technology | |
| | 系数 Coefficient | 标准差 Standard deviation | 系数 Coefficient | 标准差 Standard deviation | 系数 Coefficient | 标准差 Standard deviation |
| 性别 Gender | -0.227 | 0.167 | -0.790 | 0.318 | -0.060 | 0.825 |
| 年龄 Age | 0.005 | 0.009 | 0.770 | 0.146 | 0.300 | 0.361 |
| 年龄平方 Age square | -0.051** | 0.001 | 2.060** | 0.001 | 1.830* | 0.004 |
| 教育 Education | -0.036 | 0.027 | 3.610*** | 0.059 | 8.400*** | 0.145 |
| 种植人数 Number of planters | 0.186 | 0.099 | -1.900* | 0.266 | 3.320*** | 0.622 |
| 蔬菜面积 Vegetable area | 0.013 | 0.016 | -1.800* | 0.039 | 2.100** | 0.094 |
| 地块数 Number of plots | 0.421 | 0.141 | -1.140 | 0.145 | 0.04 | 0.295 |
| 网络 Internet | 0.034 | 0.139 | 0.370*** | 0.386 | 1.670* | 0.822 |
| 信息设备 Information devices | -0.317 | 0.195 | -0.516** | 0.481 | 0.526 | 1.254 |
| 搜集信息 Gather information | 0.484*** | 0.087 | -2.050** | 0.254 | -0.250 | 0.488 |
| 种植技术 Planting technique | 0.028 | 0.074 | 0.080** | 0.213 | 0.544*** | 0.417 |
| 质量检测 Quality detection | 0.072 | 0.245 | -0.820 | 0.562 | -0.430 | 1.849 |
| 安全培训 Safety training | -0.070 | 0.154 | 1.480 | 0.682 | 6.040*** | 0.828 |
| 指导化肥 Guide fertilizer | 0.075 | 0.148 | -2.260** | 0.359 | 0.750 | 0.977 |
| 有效性认知 Effective cognition | 0.116 | 0.149 | — | — | — | — |
| 常数项 Constant term | -0.420 | 1.594 | 1.294 | 0.430 | 2.062 | 1.934 |
| rho1 | — | — | -0.286** | 0.176 | — | — |
| rho2 | — | — | — | — | 0.787*** | 0.435 |
| Log likelihood | | | -256.583 | | | |

、**、* 分别表示变量在 $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 和 $P<0.1$ 置信水平显著。, ** and * respectively indicate that the variables are significant at $P<0.01$, $P<0.05$ and $P<0.1$ confidence levels.

术采纳决策模型与采纳绿色防控技术菜农的收入模型、未采纳绿色防控技术菜农的收入模型误差项的相关系数。可以从以下几个方面对其经济学含义作以理解:其一, rho1 和 rho2 分别在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平显著,表明样本数据存在选择性偏差的问题。即农户采纳或不采纳绿色防控技术并不是随机的,而是农户根据采纳技术前后的成本收益分析做出的“自选择”,这种情况下如果不对其进行纠正,得到的结果将是有偏的。其二, rho1 和 rho2 的符号相反,说明农户在做出是否采纳绿色防控技术的决策时,如果预期采纳该技术能够带来收入的提升就会选择采纳,反之则不会采纳。其三, rho1 的符号为负且显著不为 0,说明选择性偏差是正的,即选择采纳绿色防控技术的菜农收入高于样本中随机选择一个菜农的收入,说明收入高于平均水平的菜农更乐于采纳绿色防控技术。

为了解决变量的内生性问题,将菜农对绿色防控技术的有效性认知作为工具变量引入决策模型(表 5)。结果显示关键自变量和控制变量对菜农收入的影响方向和显著性与上一节的决策模型结果基本

一致,表明估计结果具有稳健性。收入效应模型估计结果显示,网络对于采纳组和未采纳组的菜农收入分别在 $P<0.01$ 和 $P<0.1$ 的水平显著正相关,菜农可以通过网络快速有效地获取蔬菜的市场信息、种植技术和政府政策等,网络为菜农提供了获取技术信息的渠道,价格便宜,可以有效降低农户采纳新技术的成本,从而对菜农收入产生正向影响。信息设备数量与采纳组菜农的农业收入在 $P<0.05$ 的水平显著负相关,实地调查发现菜农对于手机和电脑的使用主要集中在短视频娱乐和视频电话功能上,对于自主使用信息设备搜集信息的能力是欠缺的。政府组织的种植技术指导,对绿色防控技术的采纳组和未采纳组菜农收入分别在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 的显著性水平有正向影响,农业生产中离不开相关技术的应用,政府提供的种植技术指导可以降低农户搜集获取信息的成本,无论农户最终是否采纳了绿色防控技术,对其农业收入提高都会有帮助。

最后,通过内生转换回归模型消除选择性偏差后,结果显示绿色防控技术的采用可增加菜农年均收入的比重为 7.2% (表 6)。

表 6 菜农采纳绿色防控技术对农业收入影响的平均处理效应
Table 6 Average treatment effect of the adoption of green prevention-control technology on agricultural income of vegetable farmers

| | 结果均值 Result mean | | 平均处理效应(ATT) Average treatment effect | t值 t value | 变化率 Rate of change |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|---------------|-----------------------|
| | 采纳 Adopting technology | 未采纳 Unaccepting technology | | | |
| 农业收入 Farming income | 13.479 | 12.515 | 0.964 | 54.247*** | 0.072 |

4 主要结论与政策建议

4.1 主要结论

本文利用山东省寿光市 792 户微观调研数据,在考虑样本选择性偏误和异质性的前提下,运用赫克曼矫正法和内生转换回归模型,实证探讨了影响农户采取绿色防控生产技术的因素以及农户采取绿色防控生产技术对其收入的影响。研究结果表明:

1) 山东省寿光市蔬菜种植户对绿色防控技术的采纳程度不足。调研数据显示有 95 个样本菜农完全未采纳该技术,687 个样本菜农只采取了部分该技术,采纳 4 项绿色防控技术的仅有 14 户,占样本菜农的比例为 1.77%;其中只采纳一项技术的菜农占比最高,达 36.87%。

2) 菜农家庭因素中的地块数量、信息因素中的信息设备数量与菜农采纳绿色防控技术行为显著负相关。菜农家庭经营的蔬菜种植地块数量每提高 1 个单位,采纳绿色防控技术的概率就会降低 5.8%;菜农家庭的信息设备数量每提高 1 个单位,采纳绿色防控技术的概率降低 38.6%。

3) 农户家庭种植人数、会利用网络主动搜集信息、接受过安全培训与农户绿色防控技术采纳行为正向显著相关。农户接受质量检测的经历每增加 1 个单位,菜农采纳绿色防控技术的概率就会提高 47.4%;菜农对绿色防控技术的认知水平每提高 1 个单位,采纳绿色防控技术的概率就会增加 11.6%。除此之外,农户的信息设备数量、安全培训经历、文化程度等自变量每变化 1 个单位,也会不同程度影响菜农采纳绿色防控技术的概率。

4) 农业收入高于平均水平的菜农更愿意在种植过程中采纳绿色防控技术,且该技术的采用可增加菜农年均收入的比重为 7.2%。

4.2 政策建议

我国取得了脱贫攻坚战的全面胜利,乡村振兴战略在全国范围内逐步展开,为助力“农业强、农村美、农民富”的绿色农业发展,做好绿色防控技术的推广和应用,基于以上结论,有以下几点政策建议:

1) 建立健全农业绿色防控技术的推广制度,把

先进的绿色农业技术落实到实际生产中。针对绿色防控技术在推广环节存在的问题:一方面要做好理论和实践的有效结合,将入户调查结果和农户实际情况相结合,制定有可行性的推广方案;另一方面及时关注和收集菜农采纳绿色防控技术的实施效果,根据农户的实际支付能力,指导农户正确采用该技术。除此之外,政府也可以通过一定的政策补贴,规范农资经销商的技术推广行为,更好地提高技术的应用效果。

2) 技术推广过程中,对于年龄偏大,文化程度偏低的农户要提供更多的帮扶和指导,通过科技员下乡、现场指导、结对帮扶等多种方式宣传指导。另外,可以通过鼓励种植大户和村干部、党员家庭率先采纳新技术,发挥示范带头作用,将绿色防控技术服务推广内嵌于正式组织中,发挥更大的带动作用。

3) 在土地政策方面,应鼓励菜农加快土地流转,避免土地闲置,充分利用土地的空间资源,降低采用农业新技术的固定成本;鼓励菜农成立和发展新型经营主体,例如建立农业合作社、农业企业,提供金融信贷优惠、政策补贴,助力形成农业生产规模效应;组织技术指导和教育培训,提升绿色农业技术的溢出效应。

4) 对不同农户家庭要具体情况具体分析,根据导致菜农技术采纳不足的具体原因制定相对应的政策。如果因农户资源禀赋不足、采纳新技术成本过高导致技术采纳不足,对这类有技术采纳需求但存在困难的菜农家庭,政府可以通过技术补贴和资金支持予以解决;如果是因为菜农家庭的主要收入依赖于外出务工或经商,种植蔬菜收入在家庭总收入中占比较少引起的技术采纳不足,政府可以通过出台关于土地流转的政策优惠,鼓励土地流转,促进绿色防控技术的整体有效利用。

参考文献 References

- [1] 王佳新,李媛,王秀东,等.中国农药使用现状及展望[J].*农业展望*,2017,13(2):56-60
WANG J X, LI Y, WANG X D, et al. Status quo of pesticide use in China and its outlook[J]. *Agricultural Outlook*, 2017,

- 13(2): 56-60
- [2] 杨程方, 郑少锋, 杨宁. 信息素养、绿色防控技术采用行为对农户收入的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(11): 1823-1834
YANG C F, ZHENG S F, YANG N. The impact of information literacy and green prevention-control technology adoption behavior on farmer household income[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020, 28(11): 1823-1834
- [3] 崔晓, 张屹山. 中国农业环境效率与环境全要素生产率分析[J]. 中国农村经济, 2014(8): 4-16
CUI X, ZHANG Y S. Analysis of agricultural environmental efficiency and environmental total factor productivity in China[J]. Chinese Rural Economy, 2014(8): 4-16
- [4] ECOBICHON D J. Pesticide use in developing countries[J]. Toxicology, 2001, 160(1/2/3): 27-33
- [5] 刘晓雪. 新时代乡村振兴战略的新要求——2018年中央一号文件解读[J]. 毛泽东邓小平理论研究, 2018(3): 13-20, 107
LIU X X. The new requirements for the strategy of rural revitalization in a new era: an interpretation of the “Central Document No. 1” in 2018[J]. Studies on Mao Zedong and Deng Xiaoping Theories, 2018(3): 13-20, 107
- [6] 高杨, 牛子恒. 风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析[J]. 中国农村经济, 2019(8): 109-127
GAO Y, NIU Z H. Risk aversion, information acquisition ability and farmers’ adoption behavior of green control techniques[J]. Chinese Rural Economy, 2019(8): 109-127
- [7] 李太平, 张锋, 胡浩. 中国化肥面源污染EKC验证及其驱动因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11): 118-123
LI T P, ZHANG F, HU H. Authentication of the Kuznets curve in agriculture non-point source pollution and its drivers analysis[J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11): 118-123
- [8] 杨普云. 农作物有害生物全程绿色防控技术模式的集成与推广应用[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(4): 21-25
YANG P Y. Integration and application of the whole-process technical scheme of green management against crop pests[J]. China Plant Protection, 2018, 38(4): 21-25
- [9] 李培林. 理性选择理论面临的挑战及其出路[J]. 社会学研究, 2001, 16(6): 43-55
LI P L. Challenge to the rational choice theory (RCT) and the way out[J]. Sociological Research, 2001, 16(6): 43-55
- [10] 陈会英, 郑强国. 中国农户科技水平影响因素与对策研究[J]. 农业技术经济, 2001(2): 21-26
CHEN H Y, ZHENG Q G. Research on influencing factors and countermeasures of Chinese farmers’ science and technology level[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2001(2): 21-26
- [11] 乔娟, 曹蕾. 基于食品质量安全的农户认知、行为、态度和意愿分析——以江苏省如东县长沙镇水产养殖为例[J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45(14): 24-28
QIAO J, CAO L. Analyses of farmers’ awareness, behavior, attitude and willingness based on food quality safety — Take Changsha Town, Rudong County of Jiangsu Province as an example[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2009, 45(14): 24-28
- [12] 杨玉苹, 孙炜琳, 朱立志. 农户生物菌肥购买意愿及行为的影响因素研究——基于山东省设施菜农的调研数据[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(2): 49-55, 78
YANG Y P, SUN W L, ZHU L Z. The influence factors of farmer’s purchasing intention and behavior of biological fertilizer in Shandong[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(2): 49-55, 78
- [13] DOSS C R, MORRIS M L. How does gender affect the adoption of agricultural innovations?[J]. Agricultural Economics, 2000, 25(1): 27-39
- [14] DOSS C R. Designing agricultural technology for African women farmers: lessons from 25 years of experience[J]. World Development, 2001, 29(12): 2075-2092
- [15] 赵建欣, 张忠根. 对农户种植安全蔬菜的影响因素分析——基于对山东、河北两省菜农的调查[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报), 2008(2): 52-57
ZHAO J X, ZHANG Z G. The determinants of farmer’ vegetable production: based on the survey of Hebei and Shandong Provinces[J]. International Business, 2008(2): 52-57
- [16] 张云华, 马九杰, 孔祥智, 等. 农户采用无公害和绿色农药行为的影响因素分析——对山西、陕西和山东15县(市)的实证分析[J]. 中国农村经济, 2004(1): 41-49
ZHANG Y H, MA J J, KONG X Z, et al. The behaviours of farmers’ adopting pollution-free and green pesticides and analysis of the causal factors — A positive analysis based on surveys in 15 counties of Shanxi, Shaanxi and Shandong Provinces[J]. Chinese Rural Economy, 2004(1): 41-49
- [17] 张复宏, 宋晓丽, 霍明. 果农对过量施肥的认知与测土配方施肥技术采纳行为的影响因素分析——基于山东省9个县(区、市)苹果种植户的调查[J]. 中国农村观察, 2017(3): 117-130
ZHANG F H, SONG X L, HUO M. Excess fertilizer application and growers’ adoption behavior for soil testing for fertilizer formulation and their determinants: an empirical analysis based on survey data from apple growers in 9 counties of Shandong Province[J]. China Rural Survey, 2017(3): 117-130
- [18] 程杰贤, 郑少锋. 政府规制对农户生产行为的影响——基于区域品牌农产品质量安全视角[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2018, 18(2): 115-122
CHENG J X, ZHENG S F. Analysis of influence of government regulation on peasant households’ production behavior based on regional brand agricultural product quality and safety[J]. Journal of Northwest A & F University (Social Science Edition), 2018, 18(2): 115-122
- [19] 黄晓慧, 王礼力, 陆迁. 农户认知、政府支持与农户水土保持技术采用行为研究——基于黄土高原1152户农户的调查[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(3): 21-25
HUANG X H, WANG L L, LU Q. Farmers’ cognition, government support and farmers’ soil and water conservation technology adoption in Loess Plateau[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2019, 33(3): 21-25
- [20] YODER F R, WILLARD W, COCHRANE. Farm prices: myth and reality. pp. vii, 189. Min Neapolis: University of Minnesota Press, 1958. \$4.00[J]. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science, 1959, 324(1): 174-175
- [21] 黄祖辉, 钱峰燕. 技术进步对我国农民收入的影响及对策分

- 析[J]. 中国农村经济, 2003(12): 11-17
- HUANG Z H, QIAN F Y. Analysis of the impacts of agricultural technological progress on farmers' incomes in China with some policy implications[J]. *Chinese Rural Economy*, 2003(12): 11-17
- [22] MERCY A, ANEANI F, OFORI S, et al. Analysis of farmers adoption behaviour of CRIG recommended technologies as a package: the case of some self help cocoa farmer associations in the eastern region of Ghana[J]. *Agricultural Sciences*, 2015, 6(6): 601-608
- [23] 张宽, 邓鑫, 沈倩岭, 等. 农业技术进步、农村劳动力转移与农民收入——基于农业劳动生产率的分组PVAR模型分析[J]. 农业技术经济, 2017(6): 28-41
- ZHANG K, DENG X, SHEN Q L, et al. Agricultural technological progress, rural labor force transfer and farmers' income — Analysis of grouped PVAR model based on agricultural labor productivity[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017(6): 28-41
- [24] 陈雪婷, 黄炜虹, 齐振宏, 等. 生态种养模式认知、采纳强度与收入效应——以长江中下游地区稻虾共作模式为例[J]. 中国农村经济, 2020(10): 71-90
- CHEN X T, HUANG W H, QI Z H, et al. Farmers' cognition, adoption intensity and income effect of ecological breeding mode: a case study of rice-shrimp co-cultivation mode in the middle and lower reaches of Yangtze River[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(10): 71-90
- [25] 侯晓康, 刘天军, 黄腾, 等. 农户绿色农业技术采纳行为及收入效应[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2019, 19(3): 121-131
- HOU X K, LIU T J, HUANG T, et al. Adoption behavior and income effects of green agricultural technology for farmers[J]. *Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition)*, 2019, 19(3): 121-131
- [26] 耿宇宁, 郑少锋, 刘婧. 农户绿色防控技术采纳的经济效应与环境效应评价——基于陕西省猕猴桃主产区的调查[J]. 科技管理研究, 2018, 38(2): 245-251
- GENG Y N, ZHENG S F, LIU J. The evaluation of economic and environmental effects of farmers' integrated pest management technology adoption behavior: Based on the investigation in kiwi fruit main production areas of Shaanxi Province[J]. *Science and Technology Management Research*, 2018, 38(2): 245-251
- [27] 熊鹰, 何鹏. 绿色防控技术采纳行为的影响因素和生产绩效研究——基于四川省水稻种植户调查数据的实证分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(1): 136-146
- XIONG Y, HE P. Impact factors and production performance of adoption of green control technology: an empirical analysis based on the survey data of rice farmers in Sichuan Province[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2020, 28(1): 136-146
- [28] 周洁红. 农户蔬菜质量安全控制行为及其影响因素分析——基于浙江省396户菜农的实证分析[J]. 中国农村经济, 2006(11): 25-34
- ZHOU J H. Analysis on farmers' control behavior of vegetable quality and safety and its influencing factors — Based on the empirical analysis of 396 vegetable farmers in Zhejiang Province[J]. *Chinese Rural Economy*, 2006(11): 25-34
- [29] DIMARA E, SKURAS D. Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial observability process[J]. *Agricultural Economics*, 2003, 28(3): 187-196
- [30] VAN DE VEN W P M M, VAN PRAAG B M S. The demand for deductibles in private health insurance: A probit model with sample selection[J]. *Journal of Econometrics*, 1981, 17(2): 229-252
- [31] 秦诗乐, 吕新业. 农户绿色防控技术采纳行为及效应评价研究[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2020, 37(4): 50-60
- QIN S L, LYU X Y. Research on farmers' green control techniques adoption behavior and its effect evaluation[J]. *Journal of China Agricultural University (Social Sciences)*, 2020, 37(4): 50-60
- [32] LOKSHIN M, SAJAIA Z. Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models[J]. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 2004, 4(3): 282-289