

仇相玮, 胡继连. 农户对不同属性高效施药技术的选用及其影响因素[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(6): 1484-1492.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2019.06.030

## 农户对不同属性高效施药技术的选用及其影响因素

仇相玮, 胡继连

(山东农业大学经济管理学院, 山东 泰安 271018)

**摘要:** 基于山东省 966 份农户调研数据, 考察了农户高效施药技术采纳现状, 运用 Logistic 模型分析了农户高效施药技术选择行为及其影响因素。结果表明: 不同属性高效施药技术的采纳率差异明显, 其中农药助剂采纳率最高, 达到 57.56%; 初始资源禀赋不同的农户在不同属性高效施药技术选择上差异明显。小农户倾向于采纳二次稀释技术和农药助剂, 规模种植户倾向于采纳高效植保机械和精准施药技术。劳动力禀赋、与邻里交流程度、种植面积和收入水平、文化程度和参与技术培训分别是影响农户采纳二次稀释技术、农药助剂、高效植保机械和精准施药技术的关键影响因素。

**关键词:** 高效施药技术; 技术属性; 技术选择; 影响因素

**中图分类号:** F302.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-4440(2019)06-1484-09

## Analysis on farmers' selection of heterogeneous high-efficiency pesticide application technology and the influencing factors

QIU Xiang-wei, HU Ji-lian

(College of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

**Abstract:** Based on the survey data of 966 households in Shandong province, the adoption status of high-efficiency pesticide application technology in rural areas was investigated. In addition, the Logistic model was used to explore and analyze the selection behavior of high-efficiency pesticide application technology and its influencing factors. The results showed that the adoption rate of high-efficiency pesticide application technology was significantly different, and the adoption rate of pesticide adjuvant technology was the highest, reaching 57.56%. Farmers with different resource endowments had different choices for high-efficiency drug application technology. Small-scale growers tended to adopt secondary dilution technology and pesticide adjuvant technology, and large-scale growers tended to adopt high-efficiency plant protection machinery and precision pesticide application technology. Labor endowment, communication with neighbors, planting area and income level, the degree of education and participation in technical training are the key factors affecting farmers' adoption of secondary dilution, pesticide adjuvant, high-efficiency plant protection machinery and precision pesticide application techniques.

**Key words:** high-efficiency pesticide application technology; technical attributes; technology selection; influencing factors

收稿日期: 2019-06-05

基金项目: 国家社科基金青年项目(14CGL043); 国家自然科学基金项目(71603152); 山东省现代产业支持项目(SDAIT-03-010)

作者简介: 仇相玮(1990-), 女, 山东泰安人, 博士研究生, 研究方向为农林产业组织与管理。(E-mail)qxw9090@163.com

通讯作者: 胡继连, (E-mail)jlhu@sdau.edu.cn

中国是农药使用总量和单位面积用药量最大的国家, 化学农药是当前农户防治病虫害草害的主要手段。近年来, 农户过量用药、不规范用药等低效用药行为造成了严重的食品安全和农业面源污染问题。2015 年农业部实施了农药使用量零增长行动, 鼓励农药使用减量增效, 到 2017 年中国水稻、玉米、小麦三大粮食作物的农药利用率提升至 37.8%, 但与欧

美发达国家 50%~60%的农药利用率相比仍有不小差距。为此,农业部提出了“到 2020 年,我国农药利用率提高到 40%以上,到 2025 年农药利用率接近发达国家水平”的农药减量增效目标。2019 年中央一号文件再次强调“加大农业面源污染治理力度,开展农业节肥节药行动,实现化肥农药使用量负增长”。除作物本身和环境因素外,施药技术是影响农药利用率的关键因素。推广应用高效施药技术是提高农药利用率,解决当前农药过量施用问题主要途径,是推进农业现代化和实现农业绿色发展的重要手段。农户是高效施药技术的直接应用主体,研究农户高效施药技术采纳行为具有重要的理论和实践意义。

针对农户过量施药问题,现有文献报道了从农户施药行为和农药减施技术采纳行为等方面的大量研究成果,具体包括:(1)农户农药认知及农药施用行为研究。一般认为,影响农户农药认知及过量施药行为的主要因素包括农户个体特征<sup>[1]</sup>、家庭特征<sup>[2]</sup>、对农药产品的认知度<sup>[3]</sup>、施药习惯<sup>[4]</sup>和政策等<sup>[5-6]</sup>;(2)农户 IPM(病虫害综合防治)技术采纳行为相关研究。主要从农户技术信息认知<sup>[7]</sup>、技术需求<sup>[8-9]</sup>、技术采纳意愿<sup>[10-11]</sup>、技术采纳行为<sup>[12-14]</sup>等方面展开。农户的人力资本特征<sup>[15]</sup>、家庭经营特征<sup>[16]</sup>、种植特征<sup>[17]</sup>、农作物病虫害专业化防治服务<sup>[18]</sup>和农业技术培训<sup>[19]</sup>等因素显著影响农户 IPM 技术采纳行为;(3)针对某项高效施药技术的农户采纳行为研究,如植保无人机<sup>[20-21]</sup>和高效喷雾技术<sup>[22]</sup>等。

以上研究从多个方面考察了农户过量施药行为和农药减施技术采纳行为,丰富的研究成果为解释农户过量施药的原因和推广农药减施技术做出了重要理论贡献。但已有研究对不同高效施药技术间存在的技术属性差异以及由此导致的农户技术选择差异关注较少。当前,国内农户分化日益明显,初始资源禀赋差异对农户是否采纳高效施药技术以及技术选择倾向有重要影响。因此,针对农户高效施药技术选择及影响因素的研究亟待完善。鉴于此,本研究利用 2019 年在山东省寿光、泰安、聊城、济宁等 4 市调研所得的 966 份农户调研问卷,采用 Logistic 模型对农户高效施药技术选择及其影响因素进行实证分析,并根据回归结果进行群体差异分析,确定影响农户高效施药

技术采纳的关键因素,以期政府高效精准推广农药减施技术提供政策借鉴。

## 1 理论分析、研究假说与模型构建

### 1.1 理论分析

1.1.1 高效施药技术的概念界定 高效施药技术是指能够提高农药利用率,减少农药浪费,进而实现农药减量控害目标的施药技术手段和方法。按照技术属性及农药减施效果差异,本研究将高效施药技术分为 4 类:(1)科学施药方法(以二次稀释为例)。对农药进行二次稀释能够有效防止药剂沉淀,保证喷洒的药液浓度均匀,使农药防效提升 15%~20%,对粉剂、水分散粒剂等剂型效果尤为显著。二次稀释技术操作要领简单,容易掌握,无需增加资本投入,但延长了农户施药劳动时间,即增加了劳动力投入。(2)农药助剂。在农药中添加农药助剂(有机硅等表面活性剂),能提高农药叶面附着率,减少药液流失,进而提高农药施用效率。农药助剂一般价格较低,操作要领简单,仅需投入少量资本,无需增加劳动力投入。(3)高效植保机械。常见的高效植保机械主要有自走式喷雾机、弥雾机和植保无人机等。使用高效植保机械喷施农药的雾滴更细更均匀,空气悬浮时间长,药效更持久,从而大大减少单位面积用药量。高效植保机械的节劳、节药、节水效果显著,但需较高的资本投入,此外在药械种类型号选择、熟练应用及维修等方面需付出一定的信息搜集和学习成本。(4)精准施药技术。精准施药技术是指通过获取农田小区域内病虫害害的差异性,参照相关施用标准,采取高效喷雾技术和变量施药技术对不同发病区域实行准确精量施药。精准施药技术能够显著节约劳动力和药费成本,但由于综合运用了地理信息技术、实时信息采集与处理系统、GPS 等先进技术,技术操作要领复杂,对应用人员的综合素质要求较高,技术采用风险和资本投入明显高于其他 3 种技术。可见,上述几种技术均能实现提高农药利用率的目的,但在农药减施效果、劳动力投入、资本投入和学习成本等方面的特点各不相同(表 1)。

1.1.2 农户高效施药技术采纳决策影响机理 农户是经济理性的生产经营主体,能否实现收益最大化是决定农户“是否采用”以及“采用何种”高效施药技术的核心驱动力。

表1 不同高效施药技术的农药减施效果和技术属性比较

Table 1 Comparison of pesticide reduction effects and technical attributes of different high-efficiency application techniques

高效施药技术	农药减施效果	劳动力投入	资本投入	信息搜集和学习成本
二次稀释技术	显著	显著增加	不变	增加
农药助剂	显著	不变	增加	增加
高效植保机械	非常显著	显著减少	显著增加	增加
精准施药技术	非常显著	显著减少	显著增加	显著增加

1.1.2.1 技术采纳收益及其影响因素 农户高效施药技术采纳收益主要体现为农产品产量和质量的提高以及种植收益的增加。技术采纳收益水平由劳动力要素的技术应用效果决定,技术应用效果则主要取决于劳动力要素的技术学习和应用能力,根本上受农户自身受教育水平等人力资本禀赋约束。

1.1.2.2 技术采纳成本及影响因素 农户高效施药技术选择及采纳成本由技术信息搜寻和学习成本、技术购置成本、生产要素变动成本3部分组成:1)农户技术信息搜寻和学习成本由外部技术推广环境和自身人力资本禀赋两方面共同决定。其中,外部技术推广环境主要包括政府部门的技术推广培训等异质性社会网络和亲朋邻里交流、合作社等同质性社会网络2部分;2)技术购置成本主要受技术自身的可分割属性和政府补贴政策的影响。农药助剂和二次稀释技术可分性较强,单位技术购置成本较低,而高效植保机械和精准施药技术属于不可分割性技术,适宜于规模作业,单位技术购置成本较高。政府对植保农机具的补贴能够直接降低农户技术购置成本;3)生产要素变动成本。根据要素投入原理,在产出不变的情况下,当减少一种生产要素时,就需要增加其他要素的投入。农户采纳高效施药技术的本质是以技术要素替代部分农药要素,从而保障农业产出。农户采纳新技术需投入劳动力、资本等配套生产要素。因此,农户的种植规模、劳动力数量和家庭收入水平等自身资源禀赋会影响农户高效施药技术采纳。

1.1.2.3 技术采纳风险及影响因素 采纳新技术是一项具有风险的经济行为,新技术应用过程中存在的自然风险和市场风险会影响农户产出水平和生产成本。高效施药技术尤甚,由于病虫害防治具有一定时间约束性,如果技术操作不当,极有可能造成病

虫害的大规模爆发,造成农业减产。农户技术采纳风险主要由风险预判能力、风险承担和规避能力决定。

## 1.2 研究假说

基于以上理论分析,并结合已有研究成果,本研究选取农户决策者特征、家庭经营特征、种植特征、技术信息特征和外部环境特征作为农户高效施药技术选择的影响因素。

1.2.1 农户决策者特征 农户决策者特征包括性别、年龄、文化水平和风险偏好。通常男性更偏好新鲜事物且农村劳动力中男性受教育机会较女性多,因此男性对高效施药技术的接受能力更高。随着年龄增长,农户的技术信息搜集和学习能力逐步下降,采纳新技术的意愿逐渐降低。农户受教育程度越高,技术认知和应用能力越强,采纳高效施药技术的可能性越大。风险偏好型农户对新技术的接受能力越强。H1a:男性决策者更倾向于采纳高效施药技术。H1b:年龄越大的农户越不愿意采纳高效施药技术。H1c:文化水平越高的农户越愿意采纳高效施药技术。H1d:风险偏好型农户更倾向于采纳高效施药技术。

1.2.2 农户家庭经营特征 农户家庭经营特征包括劳动力禀赋、收入水平和收入结构。劳动力禀赋越低,农业生产受劳动力约束越重,越倾向于采纳节劳型高效施药技术。高收入农户能够负担购置新技术成本,采纳高效施药技术的可能性越高。收入结构反映了农户对农业种植的依赖程度,种植收入占家庭总收入比重越大的农户,说明种植收入是其家庭主要收入来源,采纳高效施药技术提高各要素生产率的动机越强烈。H2a:农户劳动力禀赋越低越愿意采纳高效施药技术。H2b:收入水平高的农户更倾向于采纳高效施药技术。H2c:种植收入占比越大的农户越愿意采纳高效施药技术。

1.2.3 种植特征 种植特征包括种植类型、种植面积和地块分散程度。经济作物的比较收益和单位面积施药成本均高于粮食作物。因此,经济作物种植户采用高效施药技术的节本增收效果更显著,采纳高效施药技术的意愿更强烈。种植规模越大的农户,单位技术购置成本越低,越愿意采纳高效施药技术。农作物病虫害具有传播特性,集中地块的病虫害发生时间和空间也相对集中,农户采纳高效施药技术集中防治作业的成本越低。H3a:经济作物种



植户更愿意采纳高效施药技术。H3b:种植规模越大的农户越愿意采纳高效施药技术。H3c:土地集中的农户更倾向于采纳高效施药技术。

**1.2.4 技术信息特征** 技术信息特征包括与邻里亲朋的交流程度、是否加入合作社和是否参加农业技术培训。经常与邻里亲朋交流农业种植技术、参加合作社和农业技术培训的农户,对高效施药技术认知度更高,更倾向于采纳高效施药技术。H4a:经常与邻里亲朋交流农业技术信息的农户更愿意采纳高效施药技术。H4b:参加合作社的农户更愿意采纳高效施药技术。H4c:参加农业技术培训的农户更愿意采纳高效施药技术。

**1.2.5 外部环境特征** 外部环境特征主要为高效施药技术购置补贴。政府补贴能直接降低农户的技术采纳成本,并在一定程度上提高农户对新技术的认知度和信任度。因此,有技术购置补贴的农户更愿意采纳高效施药技术。H5:有技术购置补贴的农户更愿意采纳高效施药技术。

### 1.3 模型构建

农户是否采纳某种高效施药技术( $y$ )是一个二分类变量,因此选用二元 Logistic 回归模型对影响农户采纳高效施药技术的显著因素进行研究。用  $p$  表示农户采纳高效施药技术的概率,则

$$p = \frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}} \quad (1)$$

$$1 - p = \frac{1}{1 + e^{f(x)}} \quad (2)$$

由此可以得到农户高效施药技术采纳行为的机会比率是:

$$\frac{p}{1 - p} = \frac{1 + e^{f(x)}}{1 + e^{-f(x)}} = e^{f(x)} \quad (3)$$

将(3)式转化为线性方程式,可以得到如下 Logistic 函数形式:

$$y = \ln\left(\frac{p}{1 - p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_{14} x_{14} + \mu \quad (4)$$

(4)式中  $y$  为因变量,取值为 1 表示农户采纳了该类高效施药技术,取值为 0 表示农户未采纳该类高效施药技术; $\beta_0$  为回归截距; $x_1, x_2, \cdots, x_{14}$  为农户特征、家庭经营特征、种植特征、技术信息特征和经济激励等 5 类 14 个自变量; $\beta_1, \beta_2, \cdots, \beta_{14}$  为回归系数; $\mu$  是随机干扰项。

## 2 数据来源及变量描述性统计

### 2.1 数据来源与样本基本情况

数据来自课题组于 2018 年 12 月—2019 年 2 月对山东省寿光、泰安、聊城、济宁等 4 市农户高效施药技术采纳行为的专项调查。通过分层逐级抽样和随机抽样选取样本农户,考虑经济发展水平、离镇中心距离和农业产业结构等方面的差异,以典型抽样法在每个镇(街道)选取 2~3 个村庄,每个村庄随机选 20~25 户农户展开调查。共发放问卷 1 081 份,收回问卷 1 046 份,审核并剔除无效问卷后,最终共获得有效问卷 966 份,问卷有效率达 89.36%。

从样本农户及决策者基本特征看(表 2),绝大多数决策者为男性,年龄较大,文化水平较低,初中及以下水平的占 53.1%;71.01%的决策者具有风险规避倾向。样本农户以小规模种植户为主,半数农户种植面积在 1.5 hm<sup>2</sup> 以下;人均年收入低于 5 000 元,务农人口数多为 1~2 人;66.25%的农户没有参加合作社。总体而言,样本农户表现出种植规模小、人均收入低、务农劳动力少的基本特征,符合中国农户的一般特征,具有一定代表性。

### 2.2 变量定义及描述性统计分析

根据前文研究假说,定义引入模型的变量(表 3)。

## 3 结果与分析

### 3.1 农户不同属性高效施药技术采纳情况

技术采用率指在调查样本中采用新技术的农户数占样本农户总数的百分比。农户不同属性高效施药技术采纳行为存在显著差异(表 4):二次稀释技术、农药助剂、高效植保机械和精准施药技术的采纳率分别为 39.34%、57.56%、28.67%和 16.25%。整体来看,当前农户对农药助剂的采纳率最高。这一现象可以用理性小农理论来解释。现阶段,以小农户为主的家庭经营是中国农业经营的主要形式,小农户数量占农业经营主体的 98% 以上。小农户土地、劳动力、资本等初始要素资源禀赋较低,采纳二次稀释技术的劳动力机会成本较高,采纳高效植保机械和精准施药技术虽能节约劳动力,但需担负较高的技术学习成本和技术购置成本,因此,这 3 项技术的采纳率较低。农药助剂不需要农户增加劳动力,并且价格低,应用广,操作简单,技术进入门槛低,因此,在农业生产经营活动中普及度最高。

表 2 样本农户及决策者基本特征描述 ( $N=966$ )Table 2 Basic characteristics of sample farmers and decision makers ( $N=966$ )

决策者特征	选项	样本个体数量	比例 (%)	农户特征	选项	样本个体数量	比例 (%)
性别	男	614	63.56	种植面积	1.5 hm <sup>2</sup> 及以下	537	55.59
	女	352	36.44		1.6~3.5 hm <sup>2</sup>	207	21.43
年龄	30 岁及以下	33	3.42	人均年收入	3.6~5.5 hm <sup>2</sup>	105	10.87
	31~40 岁	53	5.49		5.6~7.5 hm <sup>2</sup>	82	8.49
	41~50 岁	99	10.25		7.6 hm <sup>2</sup> 及以上	35	3.62
	51~60 岁	327	33.85		5 000 元及以下	532	55.07
	60 岁及以上	454	47.00		5 001~7 000 元	157	16.25
文化水平	小学及以下	277	28.67	劳动力禀赋	7 001~10 000 元	119	12.32
	初中	236	24.43		10 001~15 000 元	100	10.35
	高中及中专	371	38.41		15 000 元以上	58	6.00
	大专及以上	82	8.49		2 人及以下	403	41.72
风险偏好	风险偏好	280	28.99		3~4 人	361	37.37
	风险规避	686	71.01		5~6 人	148	15.32
是否参加合作社	是	326	33.75		7 人及以上	54	5.59
	否	640	66.25				

表 3 变量含义与描述性统计

Table 3 Variable meaning and descriptive statistics

变量	定义及赋值	均值	标准差
因变量			
二次稀释技术	是否采纳二次稀释技术? 采纳=1, 未采纳=0	0.39	0.48
农药助剂	是否采纳农药助剂? 采纳=1, 未采纳=0	0.58	0.49
高效植保机械	是否采纳高效植保机械? 采纳=1, 未采纳=0	0.29	0.45
精准施药技术	是否采纳精准施药技术? 采纳=1, 未采纳=0	0.16	0.37
自变量			
决策者个人特征	性别( $x_1$ ) 男性=1, 女性=0	0.64	0.48
	年龄( $x_2$ ) 30 岁及以下=1, 31~40 岁=2, 41~50 岁=3, 51~60 岁=4, 60 岁及以上=5	4.16	1.04
	文化水平( $x_3$ ) 小学及以下=1, 初中=2, 高中=3, 大专=4, 本科及以上=5	2.27	0.97
	风险偏好( $x_4$ ) 风险偏好=1, 风险规避=0	0.49	0.50
家庭经营特征	劳动力禀赋( $x_5$ ) 亩均农业劳动力数量(人): 1~2 人=1, 3~4 人=2, 5~6 人=3, 7 人及以上=4	1.85	0.88
	收入水平( $x_6$ ) 2018 年家庭人均年收入: 5 000 元及以下=1, 5 001~7 000 元=2, 7 001~10 000 元=3, 10 001~15 000 元=4, 15 000 元以上=5	2.00	1.35
	收入结构( $x_7$ ) 种植收入占家庭总收入的比重: 小于 25%=1, 25%~50%=2, 51%~75%=3, 75%以上=4	2.98	0.98
种植特征	种植面积( $x_8$ ) 1.5 hm <sup>2</sup> 及以下=1, 1.6~3.5 hm <sup>2</sup> =2, 3.6~5.5 hm <sup>2</sup> =3, 5.6~7.5 hm <sup>2</sup> =4, 7.6 hm <sup>2</sup> 及以上=5	1.83	1.14
	种植类型( $x_9$ ) 经济作物=1, 粮食作物=0	2.04	0.97
	地块分散度( $x_{10}$ ) 地块集中=1, 地块分散=0	0.51	0.50
技术信息特征	与邻里交流( $x_{11}$ ) 是否经常与邻里亲朋交流种植经验: 是=1, 否=0	0.28	0.45
	参加合作社( $x_{12}$ ) 是否参加合作社: 是=1, 否=0	0.34	0.47
	技术培训( $x_{13}$ ) 是否接受过施药技术培训: 是=1, 否=0	0.44	0.49
外部环境	经济激励( $x_{14}$ ) 是否得到过高效施药技术购置补贴: 是=1, 否=0	0.33	0.47

表4 农户不同属性高效施药技术采纳情况

Table 4 Adoption of high-efficiency pesticide application technology by farmers

项目	二次稀释技术		农药助剂		高效植保机械		精准施药技术	
	是	否	是	否	是	否	是	否
样本户数	380	586	556	410	277	689	157	809
比例(%)	39.34	60.66	57.56	42.44	28.67	71.33	16.25	83.75

### 3.2 实证结果

自变量间的多重共线性检验结果显示,方差膨胀因子(VIF)均小于5,说明各解释变量间不存在多重共线性。运用Stata15.0软件对前文构建模型进行回归,得到估计结果(表5)。4个模型的对数似

然值分别为-429.945、-430.023、-126.416、-108.869,卡方值分别为358.96、422.25、912.07、606.27, $p$ 值均为0,模型在0.01统计水平上通过检验。

表5 农户不同属性高效施药技术采纳行为影响因素的模型估计结果

Table 5 Model estimation results of factors affecting farmers' adoption of heterogeneous high-efficiency drug application technology

项目	二次稀释技术		农药助剂		高效植保机械		精准施药	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户基本特征								
性别	1.011 **	0.205	1.276 **	0.200	0.327 *	0.464	0.028	0.528
年龄	-0.102	0.109	0.178 ***	0.126	-0.007 *	0.185	-1.110 ***	0.209
文化水平	0.542	0.140	0.036	0.136	0.940 ***	0.296	1.646 ***	0.389
风险偏好	0.696 *	0.230	1.153 *	0.229	1.358 **	0.435	2.527 ***	0.737
家庭经营特征								
劳动力禀赋	1.139 ***	0.110	0.086	0.107	-0.066 **	0.224	-0.102 **	0.214
收入水平	-0.594 **	0.113	0.129	0.137	0.132 ***	0.198	0.519 **	0.210
收入结构	0.248 *	0.092	-0.201	0.087	0.089 *	0.191	0.177 **	0.213
种植特征								
种植面积	-0.389	0.134	0.476	0.165	0.685 ***	0.235	1.285 ***	0.240
种植类型	-0.035	0.093	0.103	0.094	0.580 ***	0.196	-0.480	0.198
地块集中度	0.442	0.199	-0.278	0.192	1.136 ***	0.412	1.367 **	0.651
技术信息特征								
与邻里交流	0.867 ***	0.193	1.212 ***	0.226	1.401 ***	0.442	-0.442	0.416
合作社	0.743 ***	0.218	0.629 ***	0.238	0.493 *	0.391	0.531	0.444
技术培训	0.356	0.237	0.067	0.251	2.584 ***	0.421	0.706	0.702
外部环境特征								
政策支持	0.688 *	0.242	0.348	0.231	0.965 **	0.410	0.068 *	0.486
常数项	-3.439 ***	0.765	-2.904 ***	0.826	-9.959 ***	1.659	-9.347 ***	1.832
调整的 $R^2$	0.295		0.329		0.783		0.736	
卡方检验统计量	358.96 ***		422.25 ***		912.07 ***		606.27 ***	
对数似然值	-429.945		-430.023		-126.416		-108.869	

\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在0.10、0.05和0.01的统计水平上显著。

3.2.1 农户基本特征的影响 性别显著正向影响农户对二次稀释技术、农药助剂和高效植保机械的

采纳行为。表明男性决策者更倾向于采纳这3种技术。性别对精准施药技术采纳的影响不显著,原因

可能为性别所导致的技术认知能力差异有限,男性和女性在采纳精准施药技术时均需投入较高的学习成本。年龄对农户采纳农药助剂有显著正向影响,对采纳高效植保机械和精准施药技术有显著负向影响。年龄较大的农户劳动和学习能力下降,更愿意以少量物质资本替代劳动力来提高农药利用率。年龄对采纳二次稀释技术影响不显著,原因可能为老年农户劳动能力低,不愿意采纳劳动力密集型技术,但同时老年农户具有更为丰富的种植经验,其对二次稀释技术的应用效果认知度更高。文化水平显著正向影响高效植保机械和精准施药技术的采纳行为,对采纳二次稀释技术和农药助剂影响不显著。二次稀释技术和农药助剂在农业种植中普及率相对较高,简单易学,而高效植保机械和精准施药技术需要农户具备较高的技术信息搜寻和应用能力,而接受高等教育对提升农民综合素质至关重要。风险偏好显著正向影响农户对二次稀释技术、农药助剂、高效植保机械和精准施药技术的采纳行为。表明风险偏好型农户采纳高效施药技术的意愿更强烈。

**3.2.2 农户家庭经营特征的影响** 劳动力禀赋对农户二次稀释技术采纳行为有显著正向影响,对高效植保机械和精准施药技术有显著负向影响。表明劳动力充足的农户倾向于选择二次稀释技术,劳动力稀缺的农户倾向于采纳具有明显节省劳力属性的高效植保机械和精准施药技术。收入水平对农户高效植保机械和精准施药技术采纳行为有显著正向影响,对二次稀释技术有显著负向影响。高收入农户的资本禀赋高,风险承受能力强,容易获得抵押贷款,因此更有能力承担高效植保机械和精准施药设备较高的购置成本。农业人口红利正在消失,劳动成本逐渐攀升,因此,高收入农户会规避二次稀释技术等劳动密集型农业技术。由于农药助剂的价格一般较低,因此,收入水平对农药助剂采纳的影响不显著。收入结构对农户采纳二次稀释技术、高效植保机械和精准施药技术具有显著正向影响。家庭收入结构中种植收入占比越大,说明农户对农业种植的依赖性越强,因此,越倾向于采纳高效施药技术提高农业产出。

**3.2.3 农户种植特征的影响** 种植面积显著正向影响高效植保机械和精准施药技术的采纳。一方面,这2种技术具有不可分割性,不适宜在小型分散

的地块上开展作业;另一方面,这2种技术购置总成本较高,土地规模越大,单位面积购置成本越低,其节药、节水、节省劳力的效果越明显,因此采纳率越高。二次稀释技术和农药助剂属可分割性技术,且技术购置成本低,因此,种植规模对二次稀释技术和农药助剂采纳的影响不显著。种植类型显著正向影响农户高效植保机械采纳行为。这表明,相比于粮食作物种植户,经济作物种植户更倾向于采纳高效植保机械。一方面,经济作物比较效益高,农户更愿意精耕细作,加大病虫害专业化防治投入;另一方面,通常经济作物比粮食作物用药强度大,经济作物种植户采纳高效植保机械的节药、节水、节省劳力效果更显著。地块集中度显著正向影响高效植保机械和精准施药技术的采纳。表明地块越集中的农户高效植保机械和精准施药技术的采纳率越高。一方面,分散地块的病虫害发生情况(如病虫害的种类、程度等)往往不一致,不利于集中防治;另一方面,分散的地块通常种植面积较小,不适合应用高效植保机械和精准施药技术。

**3.2.4 农户技术信息获取特征的影响** 与亲朋邻里交流程度对农户采纳二次稀释技术、农药助剂和高效植保机械有显著正向影响。表明与亲朋邻里交流程度高的农户更倾向于采纳上述3种技术。可能因为,这3种技术普及率相对较高,农户可以从亲朋邻里处获得相关技术信息,而精准施药技术的专业性较强,对农户专业技术应用能力要求较高,需要进行系统学习和专业指导,仅依靠邻里交流难以熟练掌握。参加合作社对农户采纳二次稀释技术、农药助剂和高效植保机械有显著正向影响。合作社能够为小农户在农业技术信息、高效施药技术购买及应用、专业化防治等方面提供服务,因此,参加合作社提高了小农户对高效施药技术的认知度和采纳率。参加技术培训对农户采纳高效植保机械有显著正向影响。参加技术培训有助于提高农户技术认知水平,降低农户新技术采纳的预期风险,从而提高农户对高效植保机械的采纳率。二次稀释技术和农药助剂普及率相对较高,农资销售商和邻里亲朋推荐是其主要传播渠道。因此,技术培训对这2项技术的影响不显著。技术培训对精准施药技术的影响不显著可能的原因是当前农业技术培训以短期集中式培训为主,内容涵盖范围广但不精深,尤其缺乏针对精准施药技术的系统培训,导致农户对精准施药技



术认知不足。

**3.2.5 外部环境的影响** 经济激励显著正向影响高效植保机械和精准施药技术的采纳行为,对二次稀释技术和农药助剂影响不显著。经济补贴能够降低农户技术采纳成本,调研区域内地方政府主要对高效植保机械和精准施药技术进行了补贴,未制定二次稀释技术和农药助剂相关激励政策,因此,经济激励对这2种技术的影响不显著。

## 4 结论与政策建议

### 4.1 基本结论

本研究基于山东省内966份农户调研数据,运用Logistic模型探究分析了农户对高效施药技术的选择行为及其影响因素。结果表明:(1)农户对高效施药技术的采纳差异明显。整体来看,农户对农药助剂的采纳率最高,达到57.56%。(2)资源禀赋不同的农户对高效施药技术的选择倾向存在差异。高效施药技术采纳农户中,劳动力禀赋较高的小农户倾向于采纳二次稀释技术;资本禀赋较高的小农户倾向于采纳农药助剂;资本禀赋较高的规模种植户倾向于采纳高效植保机械;人力资本禀赋较高的规模种植户倾向于采纳精准施药技术。(3)不同属性高效施药技术采纳的关键影响因素存在差异。劳动力禀赋、与邻里交流程度、种植面积和收入水平、文化程度和参与技术培训分别是影响农户采纳二次稀释技术、农药助剂、高效植保机械和精准施药技术的关键影响因素。

### 4.2 政策建议

要实现农药使用量“负增长”目标,应加强高效施药技术推广工作的针对性和有效性,提高农户对高效施药技术的采纳深度和广度。

第一,结合农户自身资源禀赋和高效施药技术的技术属性,有针对性地制订高效施药技术推广内容。例如,在技术推广及培训过程中,着重向小农户推广宣传二次稀释技术和农药助剂等可分性强、操作要领简单、易于模仿的高效施药技术;对资源禀赋强的家庭农场、种植大户及合作社等新型农业经营主体,着力推广适宜规模化作业的高效植保机械和精准施药技术。

第二,开展多种形式的高效施药技术培训,提高农户高效施药技术认知和应用能力。技术培训对促进规模种植户采纳高效植保机械和精准施药技术作

用显著。基层农技推广部门应继续加大高效施药技术培训力度,尤其是针对青年型规模种植户,定期举办系统性的精准施药技术培训班,通过举行现场观摩、会议交流、电视讲座、张贴宣传挂图等各种活动,提高农户高效施药技术采纳率。

第三,引导小农户通过购买农业社会化服务等方式采纳高效植保机械。大力发展专业服务公司、服务型农民合作社和供销合作社等农业社会化服务组织,提高农业社会化服务水平,降低小农户高效植保机械的采纳成本,提高小农户对高效施药技术的采纳深度。

第四,加大财政金融支持力度,吸引农技专业人才回乡就业,提高精准施药技术采纳率。精准施药技术属知识-资本密集型生产要素,初始投资大,技术操作复杂,农户面临较高的技术采纳门槛。因此,政府一方面应给予专项财政补贴和信贷支持,减轻农户资金压力,另一方面,出台优惠政策,吸引优秀农技专业人才回乡助农,解决部分农户的人力资本禀赋障碍问题。

### 参考文献:

- [1] 童霞,高申荣,吴林海.农户对农药残留认知及其行为意愿影响——基于全国五省986个农户的调查数据[J].农业经济问题,2014,25(1):79-87.
- [2] 麻丽平,霍学喜.农户农药认知与农药施用行为调查研究[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2015,15(5):65-72.
- [3] 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,2008,32(5):71-76.
- [4] 朱淀,孔霞,顾建平.农户过量施用农药的非理性均衡——来自中国苏南地区农户的证据[J].中国农村经济,2014,27(8):17-29.
- [5] 王常伟,顾海英.市场VS政府,什么力量影响了我国菜农农药用量的选择?[J].管理世界,2013,38(11):50-68.
- [6] 王绪龙,周静.信息能力、认知与菜农使用农药行为——基于山东省菜农数据的实证检验[J].农业技术经济,2016,29(5):22-31.
- [7] 徐涛,赵敏娟,李二辉,等.技术认知、补贴政策对农户不同节水技术采用阶段的影响分析[J].资源科学,2018,40(4):809-817.
- [8] 李容容,罗小锋,熊红利,等.供需失衡下农户技术需求表达研究[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2017,17(2):134-141.
- [9] 王浩,刘芳.农户对不同属性技术的需求及其影响因素分析——基于广东省油茶种植业的实证分析[J].中国农村观察,2012,18(1):53-64.
- [10] 储成兵,李平.农户病虫害综合防治技术采纳意愿实证分



- 析——以安徽省402个农户的调查数据为例[J].财贸研究, 2014,29(3): 57-66.
- [11] 喻永红,张巨勇.农户采用水稻IPM技术的意愿及其影响因素——基于湖北省的调查数据[J].中国农村经济, 2009, 16(11): 77-86.
- [12] 杨唯一,鞠晓峰.基于博弈模型的农户技术采纳行为分析[J].中国软科学, 2014,27(11): 42-49.
- [13] 储成兵.农户病虫害综合防治技术的采纳决策——基于Double-Hurdle模型的实证分析[J].农业技术经济, 2015, 34(9): 117-127.
- [14] 赵连阁,蔡书凯.农户IPM技术采纳行为影响因素分析——基于安徽省芜湖市的实证[J].农业经济问题, 2012, 26(3): 50-58.
- [15] 许佳贤,郑逸芳,林沙.农户农业新技术采纳行为的影响机理分析——基于公共情境理论[J].干旱区资源与环境, 2018, 32(2): 52-58.
- [16] 李紫娟,孙剑,陈桃.农户绿色防控技术采纳行为影响因素——基于湖北省265户柑橘种植户调查数据的分析[J].科技管理研究, 2018, 41(21): 249-254.
- [17] 高杨,张笑,陆娇,等.家庭农场绿色防控技术采纳行为研究[J].资源科学, 2017, 39(5): 934-944.
- [18] 应瑞瑶,徐斌.农作物病虫害专业化防治服务对农药施用强度的影响[J].中国人口·资源与环境, 2017, 27(8): 90-97.
- [19] 李昊,李世平,南灵.农药施用技术培训减少农药过量施用了吗? [J]. 中国农村经济, 2017, 10(4): 80-89.
- [20] 郑适,陈茜茜,王志刚.土地规模、合作社加入与植保无人机技术认知及采纳——以吉林省为例[J].农业技术经济, 2018, 38(6): 92-105.
- [21] 郭文磊,冯莉,张泰劼,等.植保无人机喷施草铵膦在叶菜田清园灭茬中的效果[J].杂草学报, 2018, 36(3): 29-34.
- [22] 吴雪莲,张俊彪,何可.农户高效农药喷雾技术采纳意愿——影响因素及其差异性分析[J].中国农业大学学报, 2016, 21(4): 137-148.

(责任编辑:张震林)