

徐 胜,齐振宏,黄炜虹,等. 公共农技推广对农户施药行为的影响——基于 PSM 模型的实证研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(2):229-236.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.02.040

# 公共农技推广对农户施药行为的影响 ——基于 PSM 模型的实证研究

徐 胜,齐振宏,黄炜虹,杨彩艳,刘 可

(华中农业大学经济管理学院/华中农业大学湖北农村发展研究中心,湖北武汉 430070)

**摘要:**基于江苏省和湖北省 384 份农户的样本数据,运用能够消除选择偏差的倾向评分匹配(PSM)法,分析公共农技推广对农户施药行为的影响。研究结果表明:(1)户主年龄越小、越是规模户、技术培训需求越强烈参加公共农技推广技术培训的可能性越高。(2)公共农技推广技术培训获取越便利,农技获取及时性、有效性、节约金钱成本越好越能促使农户参加公共农技推广技术培训。(3)参加公共农技推广技术培训的农户在生物农药施用概率上比未参加公共农技推广技术培训的农户更大、农药投入费用更低。说明公共农技推广能促进农户实施生态生产行为,政府等相关部门应强调农技推广技术培训方式获取的便利性和可靠性,在推广过程中,应注意考虑采用多元化的传播手段和推广方式,确保信息的完整和真实。此外,政府应重视公共农技推广技术培训在农药施用中的作用,加强宣传,从而提高农户参与公共农技推广技术培训的积极性,使得公共农技推广技术培训对农户的绿色生产行为的正面效应得到长期、有效的维持。

**关键词:**公共农技推广;绿色生产行为;生物农药;倾向得分匹配法;农户施药行为

**中图分类号:**F323.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)02-0229-08

改革开放 40 年来,我国种植业的生产发展取得了巨大的进步,粮食总产量与 1978 年相比增加了 1 倍<sup>[1]</sup>。在种植业发展取得巨大进步的同时,由于不合理的农业生产,农业面源污染也随之加重,对生态环境和人类健康产生了很严重的影响<sup>[2-3]</sup>。从农药施用量的数据来看,我国农药施用量从 1999 年的 132.16 万 t 上升至 2015 年的 178.3 万 t,我国已经成为世界上最大的农药生产国和消费国<sup>[4]</sup>。此外,虽然农药大量投入到谷物的生产中,为我国粮食增收和生产风险防控作出了巨大贡献,但已有研究者指出,我国粮食自给率存在低估情况,粮食供给率甚至超过 100%,现阶段粮食安全的问题更多的是食物安全的问题,粮食安全自给率压力应当减缓<sup>[5]</sup>。这从侧面反映出对农药的施用和品质要求应需调整,施药行为应科学化、绿色化,以满足食物安全的发展趋势。

施用农药为改革开放 40 年来农业生产率的稳

步提升和农产品产量的稳定供给做出了有力的支撑,但是农药不科学施用造成农业面源污染加剧,生物多样性减少,以及潜在的其他风险<sup>[6]</sup>。我国政府为减轻农业面源污染的危害,先后颁发了一系列控制农业面源污染的法律法规 and 政策措施<sup>[2]</sup>,时至今日,并未达到预期的效果,其中一个主要原因是造成农药施用过量的行为主体为农户,施用农药的方式和剂量的决策权在农户手中,农户的种植经验、社会关系网络、禀赋特征等会影响农户的施用决策,因此,减轻农业面源污染的核心在于提升农户科学理性的施药意识,农技推广是一种以农户为主要服务对象,将农业领域的新成果、新技术、新知识通过示范、培训、咨询等方式传递、传授给农户的过程。对提升农户科学知识水平、理性施肥意识具有重要意义。目前我国公共农技推广体系主要由中央、省级、地(市)级、县级和乡(镇)农技推广机构等 5 个部分垂直组成,公共农技推广作为一种支撑农业现代化发展的中坚力量,为农业的科学发展做出了巨大的贡献<sup>[7]</sup>。农技推广通过项目推广、示范推广、农业资讯、农业培训、实地指导等形式提高农户科学素质、传播最新科技成果,很大程度上改善了农户的施药行为。

稻虾共生综合种养模式是种植业与水产养殖

收稿日期:2020-05-10

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFD0300210)。

作者简介:徐 胜(1995—),男,安徽安庆人,硕士,主要从事农业经济与循环经济研究。E-mail:2514609141@qq.com。

通信作者:齐振宏,博士,教授,博士生导师,主要从事农业绿色经济与循环经济研究。E-mail:qizhh@mail.hzau.edu.cn。

业有机结合的一种生态农业生产模式,这种循环农业的发展,创新了发展模式,转变了经济增长方式,实现了人与自然的和谐相处<sup>[8]</sup>。作为一种绿色、科学和符合生态生产方式的综合种养技术,政府部门在推行此类技术培训是减少了农药过量施用吗?农户的施药行为是否有所改善?回答上述问题,对减少农户投入冗余、降低生产成本和减轻农业面源污染具有重大的现实意义。此外,对于这些问题的回答还可以从侧面上检视政府、基层农机推广组织等所提供的稻虾共生技术培训的效果,加深对农户过量施用农药的认识。

## 1 研究现状

公共农技推广技术培训对农户生产行为的研究主要包括以下几个方面:(1)公共农技推广技术培训对农户化肥施用行为的影响。华春林等对测土施肥以及中英项目技术培训的研究发现,小范围的农业技术培训比全国性的大项目技术培训的效果更好,且不同技术培训项目对农户化肥使用行为的影响效果不一样<sup>[2]</sup>。(2)公共农技推广对农户技术采纳的影响。佟大建等认为,基层公共农技推广在一定程度上可以提升农户的技术采纳水平,且不同经营规模的农户收益程度不同<sup>[7]</sup>。(3)公共农技推广对农户收入的影响。陈玉萍等研究发现,公共农技推广技术培训对农户的收入有着显著的正向效应,但是这种正向效应会随着时间的推移逐渐减弱<sup>[9]</sup>。陈治国等认为,家庭和个体特征对农户采用先进技术的行为选择有决定性作用,对收入的增加也有稳健的正向促进作用,由于农业先进技术效率边际递减,这种正向促进作用会随农户采纳的时间逐渐减弱<sup>[10]</sup>。

有关公共农技推广服务方面的研究主要包括以下几个方面:(1)农户对公共农技推广服务的需求方面。农户年龄、受教育程度、家庭收入、资源禀赋、交易成本以及培训服务等因素是影响农户对公共农技推广服务需求的主要内容<sup>[11-14]</sup>。也有研究者将农户间的社会经济地位差异与农业技术扩散联系起来,分析农户间社会经济地位的差异对公共农技推广服务获取及农业技术扩散的影响<sup>[15]</sup>。(2)关于基层农技推广服务人员的行为研究方面。农户更青睐农技推广人员到田间地头开展农技推广<sup>[16]</sup>,此外也有研究者从经费、事业单位性质、乡镇农技单位的管理方式等因素研究农技推广人员下

乡从事推广工作的行为<sup>[17]</sup>。

相关学者研究了基层农技推广体系的问题,如中国农业技术推广体制改革研究课题组认为,我国目前农技推广投资严重不足,非专业技术人员冗余,知识断层和老化的问题较为严重<sup>[18]</sup>。也有学者认为,我国农业技术推广经费虽然总量增长较快,但人均经费严重不足,推广人员相对收入水平下降<sup>[19]</sup>。黄季焜等回顾我国基层农业技术推广 30 年的发展历程后认为,我国农业技术推广体系在取得成就的同时也存在一些问题,其中基层农技推广职能定位和认识问题是现有农技推广体系存在问题的直接和间接原因<sup>[20]</sup>。

从文献梳理中可看出,关于公共农技推广对农户生产行为的影响尽管已经有了一些高质量的研究成果,但现有研究在研究内容和研究方法上仍存在一些不足:首先,公共农技推广影响的内生性问题没有得到很好地解决,从农户的视角来研究公共农技推广的影响经常会受到内生性问题的干扰,由于在现实的农技推广活动中通常会存在不同程度的选择问题。如资源禀赋条件更好、更愿获取新技术的农户可能倾向于参加农技推广活动,为了取得较好的推广效果或政绩,农技推广人员也愿意把较多的资源投入到初试条件更好的农户作为联系农户。其次,虽然公共农技推广技术培训对农户的农业生产行为的研究十分丰富,但较少有研究公共农技推广技术培训对农户农药施用行为的影响。最后,研究选用的计量方法不够严谨,得出的结论与现实情况偏差大,指导性不够强。鉴于此,本研究利用微观调研数据,运用能够消除选择偏差的倾向得分匹配(PSM)法考察农业新技术对农户农药施用行为的影响,从而提出有针对性的政策建议,以期加强农业新技术对改善农业面源污染和提升农户科学施药的驱动力作用。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本研究使用的数据来自笔者所在课题组于 2018 年 7—8 月在江苏省、湖北省 2 省展开的问卷调查。江苏省和湖北省 2 省地处长江中下游地区,水源充沛,土壤肥沃,十分适宜稻田综合种养模式,稻田综合种养发展空间大,综合效益显著。湖北省、江苏省均有“鱼米之乡”的美誉,是全国重要的商品粮生产基地和淡水水产品生产基地。调查内

容主要涵盖土地流转现状、农业技术需求及参加的农技推广培训情况、农业投入产出具体情况、家庭基本情况、生产收益与成本等。为了较为全面地获取调研地区的农村农业信息,此次调研的整体抽样方案采用了 3 个阶段分层随机抽样相结合的设计。第 1 阶段,从长江中游粮食主产区随机抽取江苏省、湖北省作为主要调研地区;第 2 阶段,在综合考虑了地理相对位置及农户经营规模等因素后,选取江苏省 3 个县(市)、湖北省 4 个县(市)作为样本县;第 3 阶段,分别在确定的 7 个县(市)中随机选取约 95 个农户家庭作为最终的调查对象。具体调研地点涉及江苏省盱眙县、兴化市、丹阳市;湖北省黄梅县、监利市、钟祥市、潜江市。本研究根据研究需要,剔除部分信息缺失及达不到匹配要求的样本后,最终得到有效样本 384 份。

## 2.2 研究方法

PSM 方法是由美国宾夕法尼亚大学的 Rosenbaum 和哈佛大学的 Rubin 在 1983 年创立,由于此方法具有降低使用调研数据所估计结果的偏差程度的优点,得到迅速传播,并广泛应用于项目平均效果的估计<sup>[21-22]</sup>。PSM 模型首先要先寻找最佳的协变量,这些协变量在理论层次上会使处理组和控制组间不平衡,然后通过估计 logistic 或 probit 回归模型来获得每个农户的倾向得分,倾向得分是一个均衡值,具备类似的倾向得分控制组成员,目前的主要匹配方法有最近邻匹配、核匹配、半径匹配、卡尺匹配以及样条匹配等。PSM 方法的优势是当使用观测数据或非试验数据进行干预效应评估时,是具有说服力且具有创造力的统计方法。本研究将探讨农户参加公共农技推广项目是否有效改善了农户农药施用行为,适合采用 PSM 方法进行研究。

在实际调查中,农户样本分为 2 组即  $M$  组和  $N$  组, $M$  组农户接受公共农技推广培训, $N$  组没有接受公共农技推广培训。定义指示变量  $D$ ,当农户接受公共农技推广培训时, $D=1$ ;农户没有接受公共农技推广培训时, $D=0$ 。本研究的 PSM 模型的输出结果有 2 个,定义变量  $Y$  为输出结果,即农户的农药投入量, $Y_i$  表示第  $i$  个农户接受公共农技推广技术培训的农药投入量。

每个农户都有 2 种输出结果,如果接受公共农技推广技术培训则农药投入量为  $Y_1$ ,没有接受公共农技推广技术培训则农药投入量为  $Y_0$ 。但是在实

际调查过程中,只能观测到其中 1 种结果,如对于  $M$  组农户来说,只能观测到农户接受公共农技推广技术培训后的农药投入量  $Y_{1i}$ ,本研究主要研究公共农技推广技术培训对农户投药施用行为的影响,即农户在接受公共农技推广技术培训情况下的农药投入量( $Y_{1i}$ )和未接受公共农技推广技术培训情况下的农药投入量( $Y_{0i}$ )的差异。处理效应如下:

$$ATT = E[Y_{1i} - Y_{0i}] = E[Y_{1i} - Y_{0i} | D = 1] = E[Y_{1i} | D = 1] - E[Y_{0i} | D = 1]。$$

其中, $ATT$  表示接受公共农技推广技术培训农户农药投入量的平均处置效应; $E[Y_{1i} - Y_{0i}]$  表示消除个体差异后,计算所有接受公共农技推广技术培训农户的平均处置效应,取期望得到稳健的结果。

因为只能观测到  $E[Y_{1i} | D = 1]$ ,无法观测到  $E[Y_{0i} | D = 1]$ ,也即无法观测到接受公共农技推广技术培训的农户在未接受培训情况下的农药投入量。PSM 方法的基本思路是找到一组与接受技术培训农户基本特征相似的未接受培训的农户,观测这一组相似农户的农药投入量,用以估计已接受技术培训农户的反事实农药投入量,接受技术培训农户的实际农药投入量和反事实情况的农药投入量之间的差距就是公共农技推广技术培训项目的影响效果。本研究具体研究步骤如下。

首先运用 Logit 模型来计算每 1 个农户参与公共农技推广的条件概率拟合值,即倾向得分值( $PS$ ),公式如下:

$$PS_i = Pr[D_i = 1 | X_i] = E[D_i = 0 | X_i]$$

式中: $PS_i$  表示按照现有的协变量集计算个体进入处理组的概率,使得多维协变量集被降低到一维变量的层面。 $D_i = 1$  表示农户接受过公共农技推广培训; $D_i = 0$  表示农户没有接受公共农技推广培训; $X_i$  表示可以观测到的农户特征变量,即协变量。

其次对处理组和控制组样本进行匹配。一般来说,在进行倾向得分匹配时,存在不同的匹配方法。有研究者认为,不同的方法对于偏差和效率之间的权衡存在一定的差异,因此不同的匹配方法带来的倾向得分结果可能是不同的<sup>[23]</sup>。

然后得出估计结果,并验证假设。进一步进行稳健性检验,来检验匹配后样本在解释变量上是否有显著性差异来保证匹配的质量。本研究选用了半径匹配和核匹配,并将匹配结果进行比较,如果不同匹配方法的结果是类似的,说明匹配结果是稳健的。

2.3 变量选择

2.3.1 被解释变量 本研究中被解释变量为农户施药行为,以农户是否采用生物农药、农药投入费用、以及农药投入量来衡量。

2.3.2 解释变量 本研究聚焦的是公共农技推广对农户农药施用行为的影响,稻虾共生综合种养模式是近几年得到政府大力推广的生态种养模式,其种养技术的推广已经形成规模,建立起了“科研院所-农技推广员-示范户/村”的农技科技成果转化渠道,科技成果的示范形式可以较好地反映当前公共农技推广的发展状况,因而本研究选取农户是否接受公共农技推广技术培训作为解释变量。

2.3.3 协变量 为了保证估计结果的可靠性,本研究采用 PSM 方法估计处理效应时须要将可能影响处理组选择接受处理和处理结果的协变量作为控制变量,参照已有研究做法<sup>[24]</sup>,本研究选取农户个体特征、家庭特征、对农技推广的认知评价和获取作为影响农户接受公共农技推广和技术采纳的协变量。

农户个体特征变量包括年龄、受教育水平 2 个指标。农户处于不同年龄阶段对公共农技推广技

术培训项目的认知会存在差异,一般来说,稻虾共生综合种养技术对农户的科学素养和管理能力要求比较高,根据我国农村现实情况,农户年龄越大,对新技术的接受能力和理解能力会越低<sup>[25-26]</sup>。农户受教育水平越高,对新技术的认知和理解能力越强<sup>[27-28]</sup>。

家庭特征包括农业劳动力人数、生产资金、经营规模。家庭劳动力越多,从事农业生产的比较优势会更大,处理农业生产问题的能力越强,因而对新技术的接纳能力较强<sup>[29]</sup>。生产资金越多,对农业生产投入的意愿更强,农户越能接受新技术,以提升农产品产出或品质<sup>[30-31]</sup>。合作社作为一种聚集生产信息、技术服务、市场信息等的综合性场所,加入合作社对于农户接受新技术有着辅助作用。

在对农技推广的认知评价和获取方面,选取农技获取及时性、农技获取有效性、农技获取时间成本等 3 个变量,调查问卷中,对于这个 3 个变量赋值 1、2、3、4、5 分别表示非常差、不太好、一般、比较好、非常好等 5 个维度。所用变量以及描述性统计结果见表 1。

表 1 主要变量描述性统计结果

变量名称	变量代码	变量说明及赋值	均值	标准误
户主年龄	c1	户主实际年龄	51.831	7.396
经营规模状况	d8	是否为规模户(是=1,否=0)	0.313	0.465
邻里采纳程度	d9	周围从事稻虾共养户较多(完全不符合=1,不太符合=2,一般=3,比较符合=4,非常符合=5)	4.236	0.749
技术培训需求状况	f12	对技术培训服务的需求程度(非常不需要=1,不太需要=2,一般=3,比较需要=4,非常需要=5)	2.784	0.937
技术培训获取便利度状况	f13	对技术培训服务的获取便利度程度(非常不方便=1,不太方便=2,一般=3,比较方便=4,非常方便=5)	4.156	0.928
公共农技部门技术获取及时性状况	w1	对公共农技部门技术获取及时性评价(非常差=1,不太好=2,一般=3,比较好=4,非常好=5)	2.805	1.095
公共农技部门技术获取有效性状况	w2	对公共农技部门技术获取有效性评价(非常差=1,不太好=2,一般=3,比较好=4,非常好=5)	3.392	0.100
公共农技部门技术获取节约金钱成本状况	w4	对公共农技部门技术获取节省金钱成本评价(非常差=1,不太好=2,一般=3,比较好=4,非常好=5)	3.569	1.155
生物农药施用状况	y1	对于水稻病虫害防治的用药,是否倾向于购买低毒无残留的农药(是=1,否=0)	0.505	0.501
农药投入费用状况	y5	2017 年每 667 m <sup>2</sup> 农药投入费用(元)	137.259	108.040
农药投入减少状况	y7	2017 年农药投入量是否有减少(是=1,否=0)	0.858	0.350

从表 1 可以看出,样本农户年龄均值为 52 岁左右,年龄偏高,农户年龄越高,农业生产的经验越丰富,但其受教育程度可能偏低,农户受限于未来农

业可经营年限和采纳新技术的经营风险,可能对稻虾共生综合种养技术的采纳存在阻碍。规模户的比例占 31%,随着我国土地承包权与经营权的分

离,已有大量农户将土地的经营权转让出去,规模经营是农业生产获得规模经济的土地要素保障,且新技术的推广易于大面积散播。由于调研选取的地域为我国目前推广和政策支持力度较大的市(县),从事稻虾综合种养的农户越来越多,调研数据显示为 4.24,技术培训服务的效果为 2.78,代表的含义为农户感知的技术培训服务效果介于一般与较差之间,我们在实地调研过程中发现,由于稻虾共生综合种养技术对于农户的田间管理技术和养殖技术有一定的要求,调研地农户长期从事水稻生产,加之受教育程度偏低,对于总体培训效果的自我感知较差。由于调研地点受到当地政府的大力推广,基层农技推广人员较多,加之农户加入稻虾共生综合种养合作社,对于生产要素的获取和相关的服务配套性都较好,对于稻虾共生综合种养模式的技术获取比较便利,对农户对农技获取的便利性、农户获取的有效性、农技节约金钱成本方面的评价较为一般,这是由于对小龙虾虾苗的投入成

本、饵料和农药化肥等要素投入的要求提升,使得田间管理成本较高,且技术操作性较强,农户对这些服务的评价不高。农户对生物农药的施用概率为 50%,可能原因是小龙虾的养殖对农药化肥的使用较高,农户权衡水稻和小龙虾之间的收益,调研发现甚至有部分农户不打农药,以保证小龙虾的品质。农药投入费用为 137 元/667 m<sup>2</sup>,相对于纯水稻农户而言,稻虾共生综合种养户的农药投入费用降低了很多。

3 实证结果与分析

3.1 倾向得分的 Logit 模型估计

本研究运用 Stata 14.0 软件进行倾向得分的 Logit 模型估计,因变量为农户是否选择公共农技推广获取稻虾共生技术,自变量为表 1 中的户主特征变量、家庭特征变量和对农技推广的认知评价和获取变量,估计结果见表 2。

表 2 倾向得分的 Logit 模型估计结果

变量	系数	标准误	变量	系数	标准误
户主年龄	-0.032 *	0.017	技术获取及时性状况	0.670 ***	0.134
经营规模状况	0.526 **	0.267	技术获取有效性状况	0.381 ***	0.145
邻里采纳程度	0.136	0.163	技术获取节约金钱成本状况	0.437 ***	0.114
技术培训需求状况	0.403 ***	0.136	常数项	-6.584 ***	1.463
技术培训获取便利度状况	0.332 **	0.140			
对数似然值	-205.377		卡方检验统计量	119.41	
P 值	0.000		伪 R <sup>2</sup>	0.2252	

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。表 3 至表 6 同。

从表 2 可以看出,户主年龄变量在 10% 的水平上负向显著,与预期分析一致。农户年龄越大,自身积累的农业生产经验较为丰富,样本农户的平均年龄将近 52 岁,考虑到对未来从事农业生产经营时间、未知风险而对于新技术的采纳意愿较低。是否为规模户变量在 5% 的水平上显著,说明农户为规模户对稻虾共生综合种养模式的采纳具有很强的意愿(在数据处理上,将农户种养规模不低于 4 hm<sup>2</sup> 的界定为规模户),这是由于规模户的农业生产资料采购、生产、销售已形成一定的规模,实际调查中发现,农技员进行技术推广时也倾向于种养规模比较大的农户,一方面是易于传播新技术,另一方面是规模户具备良好的新技术推广基础设施,加之规模户在当地具备一定程度的意见领袖的作用。邻里采纳程度这一变量并不显著,可能是受限于自身

的资源禀赋和经营风险的考虑。技术培训需求状况在 1% 的水平上显著,说明需求度对于农户接受稻虾共生综合种养技术培训具有很强的促进作用,这也与现实情况相符合,需求度越高农户对于增加收入和改善环境污染的意愿越强烈,因而选择公共农技推广获取稻虾共生技术的意愿越明显。技术培训获取便利度状况在 5% 的水平上显著,农户获得稻虾共生综合种养技术便利性对于其对新技术的了解和化解种养风险疑虑会有一定的促进作用。农技获取的及时性、农技获取的有效性、农技节约金钱成本状况 3 个变量均在 1% 的水平上显著,说明农户对农技获取的有效性、及时性十分看重,对其采纳稻虾共生综合种养技术有很大的促进作用,农户对于采纳新技术除了考虑其资源禀赋和经营风险外,新技术带来的收益是农户采纳新技术决策

的关键因素之一,稻虾共生综合种养技术对小龙虾的养殖环境有很高的要求,农户为保障小龙虾的品质,一般采取少施肥、少打农药的生产行为,这在一定程度上减少了农户的生产经营投入。

3.2 倾向得分平衡性检验

应用 PSM 方法的一个重要前提是平衡控制变量,倾向得分的平衡性检验结果见表 3。从表 3 可以看出,尽管匹配后 2 组农户特征变量的标准化偏差绝对值都降到 15% 以下,且 *t* 检验结果表明,不能拒绝选择公共农技推广和未选择公共农技推广农户协变量差异为零的原假设,即满足匹配后选择正规农技推广农户和未选择正规农技推广农户在每个特征变量上不具有系统性差别的要求。经过匹配后,2 组农户大部分特征变量的标准化偏差绝对值都有所减小,表明倾向得分匹配法确实能够降低选择公共农技推广组与未选择公共农技推广组农户之间的差异。匹配前,选择公共农技推广与未选择公共农技推广组农户在是否为规模户、农技推广需求度、农技推广获取便利性、农技推广获取及时性、农技推广技术有效性、农技推广节约金钱成本情况等 6 个特征变量的差异在统计上显著异于零。因此,匹配前,2 组农户的特征变量确实存在显著差异;匹配后,2 组农户在特征变量上的差异不显著。以上结果表明,样本匹配通过了平衡性检验,倾向得分匹配基本消除了样本自选择性所带来的估计偏误,达到了类似于随机试验的效果。

3.3 倾向得分匹配的估计结果与分析

采用最近邻匹配法对选择公共农技推广组农户与未选择公共农技推广组农户的特征变量进行倾向得分匹配,2 组农户生产行为差异的估计结果见表 4。

从表 4 可以看出,匹配前,选择公共农技推广组农户和未选择公共农技推广组农户施用生物农药的概率分别为 0.576、0.453,且在 5% 的水平上显著。匹配后,选择公共农技推广组农户和未选择公共农技推广组农户施用生物农药的概率分别为 0.576、0.435,选择公共农技推广组农户比未选择公共农技推广组农户高 0.141,说明公共农技推广技术培训确实能够提升农户施用生物农药的概率。而且匹配后未选择公共农技推广的农户施用生物农药的概率比匹配前降低了 0.018,说明 PSM 方法正确显示了二者之间的真实差异。

此外,在匹配前,选择公共农技推广组农户和

表 3 倾向得分匹配的平衡性检验结果

变量	样本	均值		标准化偏差 (%)	标准化偏差绝对值减少 (%)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		选择农技推广	未选择农技推广				
c1	匹配前	51.552 0	52.075 0	-7.0	-49.7	-0.67	0.506
	匹配后	51.552 0	52.335 0	-10.5		-1.04	0.300
d8	匹配前	0.375 8	0.268 7	23.0	97.2	2.20 **	0.028
	匹配后	0.375 8	0.378 8	-0.7		-0.06	0.955
d9	匹配前	4.260 6	4.228 9	4.2	-114.7	0.40	0.689
	匹配后	4.260 6	4.328 8	-9.0		-0.85	0.397
f12	匹配前	3.036 4	2.572 1	50.4	82.7	4.83 ***	0.000
	匹配后	3.036 4	2.956 1	8.7		0.75	0.454
f13	匹配前	4.278 8	4.014 9	28.9	51.2	2.72 ***	0.007
	匹配后	4.278 8	4.150 0	14.1		1.40	0.163
w1	匹配前	3.284 8	2.437 8	84.4	85.0	8.01 ***	0.000
	匹配后	3.284 8	3.412 1	-12.7		-1.07	0.284
w2	匹配前	3.703 0	3.099 5	63.0	97.2	5.94 ***	0.000
	匹配后	3.703 0	3.719 7	-1.7		-0.18	0.853
w4	匹配前	3.903 0	3.253 7	58.2	84.4	5.54 ***	0.000
	匹配后	3.903 0	3.801 5	9.1		0.88	0.378

表 4 倾向得分匹配法的估计结果

变量	样本	均值		差值或 ATT 值	<i>t</i> 值
		选择农技推广组农户	未选择农技推广组农户		
生物农药	匹配前	0.576	0.453	0.123 **	2.35
施用状况	匹配后	0.576	0.435	0.141 *	1.74
农药投入	匹配前	122.527	149.913	-27.386 **	2.39
费用状况	匹配后	122.527	159.535	-37.008 **	2.05
农药投入	匹配前	0.861	0.856	0.005	0.13
减少状况	匹配后	0.861	0.939	-0.079	1.45

注:(1)差值表示匹配前选择正规农技推广组农户和未选择正规农技推广组农户施药行为的差异,ATT 值指匹配后选择正规农技推广组农户和未选择正规农技推广组农户施药行为的差异;(2)差值或 ATT 值的标准误计算使用 bootstrapping 抽样,抽样次数为 500 次。

未选择公共农技推广组农户的农药投入费用分别为 122.527、149.91 元,且在 5% 的水平上显著。匹配后,选择公共农技推广组农户和未选择公共农技推广组的农药投入费用分别为 122.527、159.535 元,选择公共农技推广组农户比未选择公共农技推广组农户的农药投入费用减少了 37.008 元。经过匹配后,选择公共农技推广组农户和未选择公共农技推广组农户在农药投入费用上的差异值更大,说明选择了公共农机推广技术培训的农户在农药投入费用方面降低的更多。

最后,选择公共农技推广组农户和未选择公共农技推广组农户农药投入有减少的概率分别为 0.861、0.856,选择公共农技推广组农户比未选择公共农技推广组农户高 0.05。二者差距不大,这其中的原因可能是由于农户接受公共农技推广技术培训后,农户科学施药意识提升,虽然在水稻的种植中农药投入有所减少,但是在小龙虾的风险防控上投入的农药较多,以保证小龙虾的品质和产量。

3.4 稳健性检验

倾向得分估计的一个重要目标是为了平衡处理组和控制组农户之间解释变量之间的分布。因而在样本匹配完成之后,需要用不同的匹配方法验证估计结果是否可靠,本研究选取半径匹配和核匹配进一步验证估计结果的稳健性。半径匹配和核匹配验证结果见表 5、表 6。

从表 5、表 6 可以看出,在匹配后,选择公共农技推广组的生物农药使用率都比为选择公共农技推广组的农户高,在农药投入费用方面,在选择公共农技推广组的农户差异不大,未选择公共农技推广组农户的农药投入费用的差异较大,且高于选择公共农技推广组农户;在农药投入减少方面,选择公共农技推广组农户匹配前后差异不大,未选择公共农技推广组农户在匹配前后差异较大,且匹配后未选择公共农技推广组农户的农药投入减少比选择公共农技推广组农户的多,这可能是因为选择公共农技推广组的农户在接受培训之后,会倾向采用小龙虾的风险防控农药,农药的投入会增多,且未选择公共农技推广组农户在农业生产经营过程中会适当使用农家肥,进一步降低农药的投入。

表 5 半径匹配验证结果

变量	样本	均值		差值或 ATT 值	t 值
		选择农技推广组农户	未选择农技推广组农户		
生物农药	匹配前	0.576	0.453	0.123 **	2.35
施用状况	匹配后	0.606	0.374	0.232 *	3.02
农药投入	匹配前	122.527	149.913	-27.386 **	2.39
费用状况	匹配后	120.867	153.568	-32.700 **	1.90
农药投入	匹配前	0.861	0.856	0.005	0.13
减少状况	匹配后	0.864	0.916	-0.0523	0.98

4 研究结论与政策启示

基于长江中下游江苏省和湖北省地区农户调研数据,实证分析了户主特征、家庭特征和农户对

表 6 核匹配验证结果

变量	样本	均值		差值或 ATT 值	t 值
		选择农技推广组农户	未选择农技推广组农户		
生物农药	匹配前	0.576	0.453	0.123 **	2.35
施用状况	匹配后	0.579	0.457	0.122 *	1.56
农药投入	匹配前	122.527	149.913	-27.386 **	2.39
费用状况	匹配后	121.445	151.918	-30.473 **	1.74
农药投入	匹配前	0.861	0.856	0.005	0.13
减少状况	匹配后	0.859	0.929	-0.070	1.26

公共农技推广的认知评价和获取三者对农户稻虾共生技术采纳的影响,并进一步运用倾向得分匹配法分析参与公共农技推广组的农户和未参与公共农技推广组的农户在生物农药的施用概率、农药投入费用及农药投入减少情况之间的差异。主要研究结论如下:(1)户主特征中,年龄变量显著负向影响农户稻虾共生技术采纳,这可能与农户未来可供进行农业生产的年限、经营风险和管理难度有关。(2)家庭特征中经营规模显著正向影响农户采纳稻虾共生技术,经营规模可以带来一定的规模效应,节省部分生产资料的费用,且稻虾共生综合种养模式的经济效益比单纯种水稻高,经营规模的优势便凸显出来。(3)农户对公共农技推广的认知评价和获取特征中,公共农技推广技术培训获取的及时性、有效性和节约金钱成本变量都显著正向影响农户采纳稻虾共生综合种养技术,农户对公共农技推广的评价和感知越好对其采纳意愿具有越大的帮助。(4)通过倾向得分匹配法分析发现,参与公共农技推广组的农户在施用生物农药的概率要高于非参与组,农药投入费用要低于非参与组、农药投入减少要低于非参与组,说明稻虾共生综合种养技术确实能够明显体现绿色、生态的生产行为。

生态农业技术推广与应用是农业可持续发展的形式与载体,农户对生态农业技术推广的认识不足和农药施用过 量、不合理的现状引起的不利影响应引起足够重视。基于此,本研究得到如下政策启示:(1)生态农业技术推广中,应充分考虑农技推广教育特点和原则,把握农技推广教育的普及性、实用性、实践性、时效性和综合性,做到学用结合、直观易懂、启发诱导参与、因人施教和灵活多样性。(2)在公共农技推广资源有限的现实情况下,农技推广人员应充分考虑推广的形式,将示范农户作为公共农技推广部门与广大农户之间的纽带,通过选

择示范农户要突出其能够示范推广的条件和能力,须要注意示范农户与广大农户之间的经济社会地位差异,减少由于示范农户和广大农户由于社会经济地位的差异而产生的推广不到位、农户不满意等问题。以湖北省潜江市为例,由于当地的经营规模差异很小,选择示范农户应更多考虑户主的受教育水平、社会网络规模以及能否在当地充当意见领袖等因素。(3)政府应重视稻虾共生综合种养技术培训的治理农业面源污染尤其是农药滥用中的作用,加强稻虾共生综合种养技术培训的宣传,向农户说明技术培训的重大意义和目的,从而提高农户参与稻虾共生综合种养技术培训的积极性,在推广过程中,应注意考虑采用多元化的传播手段和推广方式,确保信息的完整和真实,使得稻虾综合种养技术培训对农户生产行为的正面效应得到长期、有效的维持。

#### 参考文献:

- [1] 刘天金. 中国农技推广(种植业)改革发展 40 年回顾与展望[J]. 中国农技推广, 2019, 35(1): 3-8.
- [2] 华春林, 陆 迁, 姜雅莉, 等. 农业教育培训项目对减少农业面源污染的影响效果研究——基于倾向评分匹配方法[J]. 农业技术经济, 2013(4): 83-92.
- [3] Bryan B A, Kandulu J M. Designing a policy mix and sequence for mitigating agricultural non-point source pollution in a water supply catchment[J]. Water Resources Management, 2011, 25(3): 875-892.
- [4] Khan M, Damalas C A. Farmers' knowledge about common pests and pesticide safety in conventional cotton production in Pakistan[J]. Crop Protection, 2015, 77: 45-51.
- [5] 张云华. 关于粮食安全几个基本问题的辨析[J]. 农业经济问题, 2018(5): 27-33.
- [6] 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): 80-96.
- [7] 佟大建, 黄 武, 应瑞瑶. 基层公共农技推广对农户技术采纳的影响——以水稻科技示范为例[J]. 中国农村观察, 2018(4): 59-73.
- [8] 曾安玉, 杨 裙, 唐伟峰, 等. 稻虾混合生态种养模式现状及前景探讨[J]. 农业与技术, 2019, 39(3): 118-119.
- [9] 陈玉萍, 吴海涛, 陶大云, 等. 基于倾向得分匹配法分析农业技术采用对农户收入的影响——以滇西南农户改良水稻技术采用为例[J]. 中国农业科学, 2010, 43(17): 3667-3676.
- [10] 陈治国, 李 红, 刘向晖, 等. 农户采用农业先进技术对收入的影响研究——基于倾向得分匹配法的实证分析[J]. 产经评论, 2015, 6(3): 140-150.
- [11] 徐世艳, 李仕宝. 现阶段我国农民的农业技术需求影响因素分析[J]. 农业技术经济, 2009(4): 42-47.
- [12] 张耀钢, 应瑞瑶. 农户技术服务需求的优先序及影响因素分析——基于江苏省种植业农户的实证研究[J]. 江苏社会科学, 2007(3): 65-71.
- [13] 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(11): 77-86.
- [14] 宋金田, 祁春节. 农户农业技术需求影响因素分析——基于契约视角[J]. 中国农村观察, 2013(6): 52-59.
- [15] 佟大建, 黄 武. 社会经济地位差异、推广服务获取与农业技术扩散[J]. 中国农村经济, 2018(11): 128-143.
- [16] 殷 锐, 罗小锋, 李容容, 等. 信息化背景下农民为何青睐农技员到田间地头开展农技推广?[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(4): 576-583.
- [17] 胡瑞法, 孙顶强, 董晓霞. 农技推广人员的下乡推广行为及其影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2004(11): 29-35.
- [18] 《中国农业技术推广体制改革研究》课题组. 中国农技推广: 现状、问题及解决对策[J]. 管理世界, 2004(5): 50-57, 75.
- [19] 胡瑞法, 黄季焜. 中国农业技术推广投资的现状及影响[J]. 战略与管理, 2001(3): 25-31.
- [20] 黄季焜, 胡瑞法, 智华勇. 基层农业技术推广体系 30 年发展与改革: 政策评估和建议[J]. 农业技术经济, 2009(1): 4-11.
- [21] 杨 晶, 邓大松, 吴海涛. 中国城乡居民养老保险制度的家庭收入效应——基于倾向得分匹配(PSM)的反事实估计[J]. 农业技术经济, 2018(10): 48-56.
- [22] 罗明忠, 刘 恺, 朱文珏. 确权减少了农地抛荒吗——源自川、豫、晋三省农户问卷调查的 PSM 实证分析[J]. 农业技术经济, 2017(2): 15-27.
- [23] Hujer R, Caliendo M, Thomsen S L. New evidence on the effects of job creation schemes in Germany: a matching approach with threefold heterogeneity[J]. Research in Economics, 2004, 58(4): 257-302.
- [24] Emmanuel D, Owusu - Sekyere E, Owusu V, et al. Impact of agricultural extension service on adoption of chemical fertilizer: implications for rice productivity and development in Ghana[J]. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 2016, 79: 41-49.
- [25] 汪必旺. 农户采用不同属性“两型农业”技术的影响因素分析——基于辽宁省农户问卷的调查[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(4): 701-708.
- [26] 朱 萌, 齐振宏, 罗丽娜, 等. 不同类型稻农保护性耕作技术采纳行为影响因素实证研究——基于湖北、江苏稻农的调查数据[J]. 农业现代化研究, 2015, 36(4): 624-629.
- [27] 郭 晶, 郑亚莉. 浙江省农户技术采用行为影响因素的实证分析[J]. 浙江学刊, 2007(6): 188-191.
- [28] 刘帅, 吴伟光, 刘 强, 等. 组织化程度、风险规避与农户安全生产行为——基于计划行为理论的实证[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(11): 24-29.
- [29] 罗必良, 汪 沙, 李尚蒲. 交易费用、农户认知与农地流转——来自广东省的农户问卷调查[J]. 农业技术经济, 2012(1): 11-21.
- [30] 吴丽丽, 李谷成, 周晓时. 家庭禀赋对农户劳动节约型技术需求的影响——基于湖北省 490 份农户调查数据的分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2017, 18(4): 1-7.
- [31] 罗小锋. 农户采用节约耕地型与节约劳动型技术的差异[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(4): 132-138.