

农业保险会影响农户农药施用吗? ——来自4省粮农的生产证据

张驰 吕开宇* 程晓宇

(中国农业科学院 农业经济与发展研究所,北京 100081)

摘要 为探究农业保险对农户农药施用行为的影响,采用2015年黑龙江、河南、浙江、四川4省1039户粮农调研数据,以地块为研究对象,实证分析农户参保行为对农药施用的影响。结果显示:参保地块的农药施用次数显著低于未参保地块。利用工具变量(IV)及倾向得分匹配(PSM)控制内生性后结果不变。表明,参保行为抑制了农户施用农药。但就估计系数来看,参保地块农药施用次数减少约0.25~0.75次。说明我国现行的“低保障、广覆盖”粮食作物保险制度能在一定程度上抑制农药的施用,但抑制作用有限。长远看,伴随粮食保险保障水平提高,这种抑制作用可能会进一步彰显。这意味着农业保险除能实现分散农业风险的政策目标外,还对减少农药施用产生积极影响。

关键词 农业保险; 农药施用; 粮农; 投入行为

中图分类号 F301.21 文章编号 1007-4333(2019)06-0184-11 文献标志码 A

Dose agricultural insurance affect farmers' application of pesticides? Empirical evidence from grain farmers in 4 provinces

ZHANG Chi, LV Kaiyu*, CHENG Xiaoyu

(Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

Abstract Using the survey data of 1 039 grain farmers in four provinces in China on 2015, and taking land plots as the study object, this study empirically analyzes the impact of the behavior of participation in the agricultural insurance on farmers' application of pesticides. The results show that times of pesticide application in insured plots was significantly lower than that in uninsured plots. Using instrumental variables (IV) and propensity score matching (PSM) to resolve the endogeneity, the results are robust. Specifically, the use times of pesticide of insured plots are lower about 0.25 to 0.75 times than the time of uninsured plots. This indicates that China's "Low guarantee, wide coverage" food crop insurance system has limited impact on pesticide application. In the long term, with the increase of the guarantee level of crop insurance, this disincentive may become more magnified. This means that agricultural insurance can not only achieve the policy goal of dispersing agricultural risks, but also have a positive impact on reducing pesticide application.

Keywords agricultural insurance; pesticides application; grain farmer; input behavior

农药施用在抵御病虫害,保障粮食产量和农民收入方面发挥了重要作用,但过量施用农药所导致的负外部效应愈发凸显。农业农村部数据显示,

我国农药施用量是世界平均水平的2.5倍,但仅有三成直接作用于目标生物体,其余七成进入空气、土壤和水域中。这不仅严重污染了生态环境,同时增

收稿日期:2018-06-29

基金项目:国家自然科学基金面上项目(71373264);国家自然科学基金面上项目(71573262);中国农业科学院科技创新工程(ASTIP-IAED-2019-03);国家农业部现代农业产业技术体系(CARS-02)

第一作者:张驰,博士研究生,E-mail:zctakeoff@163.com

通讯作者:吕开宇,研究员,博士生导师,主要从事农村发展与公共政策、风险管理与农业保险等领域研究,E-mail:lyukaiyu@caas.cn

加了生产成本,威胁着农民健康。并且研究表明,农药残留对我国农产品质量和农产品出口带来了严重的负面影响^[1-2]。显然,深入分析影响农户农药施用的因素,引导农户合理施用农药,对我国粮食安全战略和实现农业可持续发展意义重大。

农户农药施用行为受多方面因素影响,除农户特征、种植规模、技术推广等因素外,农户的风险态度及风险规避机制等同样影响农户的农药施用行为^[3-7]。朱淀等^[6]认为农户过量施用农药的本质原因在于对损失的厌恶。黄季焜等^[1]和米建伟等^[4]的研究表明,农户的风险规避程度越高,其施用农药的数量就越多,并指出建立、健全规范的农业保险体制能够降低农业生产的不确定性,对减少农药施用有积极作用。

为有效减少农业灾害损失,我国自2007年正式推行政策性农业保险。随后农业保险事业快速发展,现已成为分散农业生产风险,稳定农民收入和保障粮食安全的重要手段。截止2016年底,中央财政拨付保费补贴资金累计930多亿元,带动全国保费收入从2007年的51.8亿元增长至2016年的417.1亿元。2016年参保农户已达到2.04亿户次,承保农作物面积达到1.1亿 hm^2 ,小麦、玉米、水稻三大粮食作物的承保覆盖率超过70%。同年,农业保险为农户提供的风险保障达到2.2万亿元,并为4575万户次农户支付风险损失348亿元。

在农业保险快速发展的同时,它对生态环境产生的影响备受关注。已有研究表明,农业保险除能实现分散农业生产风险的政策目标外,还能促使农户减少农药施用,对生态环境产生积极影响^[8-10]。那么,我国粮食作物保险是否会激励农户减少农药施用呢?对此进行深入分析,一方面有助于引导农户合理施用农药;另一方面有助于深入地了解粮食作物保险的生态环境效果,从而更全面地评价农业保险政策,并为农业保险的进一步发展提出合理建议。选择粮食作物保险作为考察对象,主要原因在于:1)粮食作物保险是我国最早推行的,也是目前参保率最高,覆盖面最广的农业保险,对农户影响相对深远;2)粮食作物生产中过量施用农药的现象相当普遍和严重,近年来,三大主粮农药的亩均投入及施用次数都显著增加^[7];3)鲜有文献实证分析我国粮食作物保险对农户农药施用的影响,本研究是对此做出的学术补充。

1 文献综述

农业保险对农户生产投入行为的影响以及它产生的生态环境效果得到了国内外学者们的广泛关注与探讨。诸多理论研究表明,农业保险中存在道德风险,在其作用下参保农户会改变自身的生产投入行为。道德风险是指,参保人在保险保障下,个人防御风险的激励减少,从而降低对所保险标的的预防措施,导致保险事件发生率提高且损失更为严重^[11-12]。道德风险对农户生产投入的影响具体表现为,与未参保农户相比,参保农户会投入较多的“增加风险型”要素,投入较少的“减少风险型”要素^[13-15]。Quiggin^[14]对不同风险类型要素进行了界定,他认为如果投入某种要素使得灾害发生时的边际产量低于灾害未发生时的边际产量,那么该要素为“增加风险型”;相反,如果投入某种要素使得灾害发生时的边际产量高于灾害未发生时的边际产量,那么该要素为“减少风险型”,并指出农药是一种“减少风险型”要素。显然,理论研究表明参保农户相对于未参保农户会减少农药施用,也就是说农业保险参保行为抑制了农户施用农药。

大量实证研究对此进行了验证。Smith等^[8]认为,参保农户增加农药等要素的投入意味着增加生产成本并降低赔偿发生时的预期收益,所以参保会降低农户对化学要素的投入。并采用美国堪萨斯州小麦种植户数据,利用工具变量法进行实证,结果显示参保农户农药和其他化学要素的投入均减少。Mishra等^[16]使用农户层面数据,采用工具变量法分析了美国收入保险对小麦种植户化学要素使用及环境的影响,然而研究结果并未证明参保农户的农药投入会显著减少。钟甫宁等^[9]采用新疆玛纳斯河流域棉农数据,运用联立方程组的实证研究表明,农户化学要素的投入决策受到农业保险参保决策的影响,参保农户会减少农药投入,但会增加化肥、地膜的投入。Yan等^[10]采用美国密西西比州棉农数据的研究证实,棉花保险中存在道德风险,购买保险的棉农会减少除草剂和杀虫剂的投入。

尽管农业保险对农药施用影响的实证研究已积累很多,但仍有可改进之处。第一,已有实证研究多采用农户层面数据。但粮食作物保险标的物以及农药施用对象均是地块上生长的作物,农户参保与农药施用均是针对地块的决策行为。所以,为更准确刻画参保行为对农药施用的影响,采用地块层面数

据进行实证分析^[17]。第二,国内研究相对缺乏,并且受数据限制,没有基于全国范围大样本的实证研究。文中采用4省1 039个粮食种植户的1 709个地块调研数据,使研究结果更具有代表性。另外,已有研究认为,参保行为与农药施用行为间存在反向因果关系,从而导致内生性问题。与诸多已有研究处理方法相同,采用工具变量法解决此类内生性问题^[16,18]。同时,计量模型除存在反向因果导致的内生性外,还可能存在“自选择”引起的估计偏误。具体地,农户针对地块的参保行为并非随机的,可能存在自选择行为:对于病虫害高发地块,农户更倾向于购买保险,同时倾向于施用较多农药,而对于病虫害发生率不高的地块,农户的选择可能与之相反。针对计量模型中存在的“自选择”问题,使用倾向得分匹配法(PSM)解决。

2 数据来源与描述性分析

2.1 数据来源

本研究采用的数据来源于课题组在2015年8月对我国4省粮食种植户的微观调研。此次调研采用分层随机抽样方法,在综合考虑地理位置、经济发展、粮食生产等因素的条件下,选取黑龙江、河南、浙江、四川4省作为样本省;随后依次在每个样本省中随机选取4个粮食主产县作为样本县,在每个样本县中随机选取2个乡镇作为样本乡镇,在每个样本乡镇中选取2个村作为样本村;最终在每个样本村选取约16户粮食种植户作为样本农户。为观测地块信息,按一定原则分别从农户承包地块和转入地块中各随机抽取一块地进行调查^①,这样可以控制地块产权因素对投入的影响。剔除无效样本并整理后,最终得到1 039个样本农户和1 709个样本地块。表1展示了样本分布情况。调研收集了地块和农户特征数据以及地块的投入产出与参保数据。主要调查了农户2014年秋季农作物生产情况,调研地区秋季作物有玉米、水稻两种,总体样本中有53.4%的地块种植玉米,46.6%的地块种植水稻。

此次调研同时收集了村级人口、经济、农业保险等相关信息。

表1 样本分布情况
Table 1 Sample distribution

样本分布省份 Sample distribution	农户样本 Famer sample	地块样本 Land sample
黑龙江 Heilongjiang	258	456
浙江 Zhejiang	259	370
河南 Henan	256	399
四川 Sichuan	266	484
总样本 Total	1 039	1 709

注:数据来源于4省调研。

Note: Data from four provinces survey.

2.2 变量选取与描述性分析

被解释变量为该地块农药施用次数,取值为非负整数($Y=0,1,2\cdots$)。这里的农药包括除草剂和杀虫剂两类。还需要指出,由于农户施用农药的成分、含药量等不同,很难精确比较不同农户农药的单位面积投入量,为避免估计偏差,本研究未选择农药的投入量作为被解释变量。“地块是否参保”是核心解释变量,同时控制一系列农户、地块及地域特征等可能影响农户农药施用的变量^[1,3-7]。

地块特征具体包含7个变量,分别为地块产权类型(转入地=1,自有地=0),地块坡度(平地=1,非平地=0),土壤类型(包含黏土、壤土、沙土3类,设置黏土土壤、壤土土壤2个虚拟变量,以沙土土壤为对照组),地块面积(hm^2),种植作物的种类(水稻=1,玉米=0),地块离家距离(km)。农户特征变量具体包括户主受教育程度(年)、务农年限(年)、是否为规模户(规模户=1,小户=0)、非农收入比例(%)和风险态度^②(风险厌恶=0,风险偏好=1,其余介于两者之间)5个变量;我们设置了3个地区虚拟变量,以黑龙江省作为对照组。选取村级农业保险覆盖率、其他保险购买次数作为工具变量。主要变量的描述性统计分析见表2。

① 对于只拥有一种类型地块的农户,调研时只随机抽取一个地块进行调查。

② 本研究对风险态度的测量源于调研问卷中关于不同产量波动的粮食新品种选择问题,问题为“若你有种植新品种的计划,有以下2个不同的品种,你会选择哪种”,根据产量波动范围大小不同,答案分为3个等级,每个等级有2个选项0和1,具体为,等级1:0=每 hm^2 产6 750~8 250 kg的品种,1=每 hm^2 产6 000~9 750 kg的品种;等级2:0=每 hm^2 产6 750~8 250 kg的品种,1=每 hm^2 产5 250~12 000 kg的品种;等级3:0=每 hm^2 产6 750~8 250 kg的品种,1=每 hm^2 产4 500~13 500 kg的品种,农户需对3个等级都做出选择。用此公式:风险态度=选择1的个数/3,来衡量农户风险态度,取值范围0~1,风险态度=0表示风险厌恶,=1意味着风险偏好,其余介于两者之间。

表2 变量描述统计结果
Table 2 Variables statistical description

变量名 Variable	设定 Definition	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最小值 Minimum	最大值 Maximum
被解释变量 Dependent variable					
农药施用次数 Times of pesticide application		3.388	1.985	0	12
解释变量 Independent variable					
是否参保 Whether for insured	参保=1,未参保=0	0.356	0.479	0	1
地块产权类型 Land property right type	转入地=1,自有地=0	0.426	0.495	0	1
地块坡度 Land slope	平地=1,非平地=0	0.819	0.385	0	1
黏土土壤 Clay soil	黏土=1,其他=0	0.419	0.494	0	1
壤土土壤 Loam soil	壤土=1,其他=0	0.389	0.488	0	1
地块面积/hm ² Land area		1.164	4.615	0.007	116.667
种植作物种类 Crop varieties	水稻=1,玉米=0	0.466	0.499	0	1
地块离家的距离/km The distance from home to the land		0.916	1.624	0	25
户主受教育年限/年 Education of household head		6.768	3.069	0	16
户主务农年限/年 Farming years of household head		31.861	13.729	0	67
是否为规模户 Agricultural production scale	规模户=1,小户=0	0.440	0.497	0	1
非农收入比例/% Non-agricultural income ratio		0.467	0.340	0	99
风险态度 Risk attitude	风险厌恶=0,风险偏好=1, 其余介于两者之间	0.459	0.451	0	1
浙江省虚拟变量 Zhejiang dummy	浙江省=1,其他省=0	0.217	0.412	0	1
河南省虚拟变量 Henan dummy	河南省=1,其他省=0	0.234	0.423	0	1
四川省虚拟变量 Sichuan dummy	四川省=1,其他省=0	0.283	0.451	0	1
工具变量 IV variable					
村级农业保险覆盖率/% Rural agricultural insurance coverage		49.709	40.004	0	100
其他保险购买次数 Other insurance purchases		2.332	0.917	0	4

注：数据来源于4省调研数据。

Note: Data from four provinces survey.

3 实证分析

3.1 计量模型与实证结果

根据研究需要,从地块层面构建计量模型,估计参保行为对农药施用的影响。计量模型设定如下:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta I_{ij} + \gamma_d D_{ij} + \delta_h H_{ij} + \theta_f V_{ij} + \mu_{ij}$$

其中: Y_{ij} 为第*i*个农户在第*j*个地块上的农药施用次数, I 为第*i*个农户在第*j*个地块上是否参保的虚拟变量。 D 代表一系列地块特征变量, H 代表一系列农户特征变量, V 为省份虚拟变量, μ 为随机干扰项。由于,“农药施用次数”变量的取值为非负整数($Y=0,1,2,\dots$),属于计数数据,根据被解释变量的这一特征,选择泊松回归(Poisson regression)估计方程,并求出每个解释变量的平均边际效应。为考察估计结果的稳健性,同时列出 OLS 估计结果。

表 3 给出了 Poisson 和 OLS 的估计结果。考虑到模型中可能存在异方差,本研究模型估计均使用稳健标准误。从估计结果可看出模型总体运行情况以及拟合程度较好。估计结果显示,是否参保变量系数为负,并在 1% 的水平上显著。Poisson 回归的平均边际效应与 OLS 回归系数均在一 0.25 左右,说明参保地块相对于未参保地块农药施用次数减少 0.25 次。

其他控制变量的估计结果与预期和现实基本相符。估计结果显示,作物种类不同,农药的使用情况也不同,种植水稻地块的农药施用次数比种植玉米地块多出约 1 次,并且在 1% 的水平上显著。这与我国农药施用现状相符,水稻与其他粮食作物相比,生产过程中会遭受更多的病虫害,相应地农药施用量和次数也较多。还可以看出,非农收入占比越高农药施用次数越多,并在统计上显著。可能的解释是农户非农收入越多,可能有更多的资金投入农业生产中。风险态度估计系数表明,越厌恶风险的农户农药施用次数越多,与以往研究结果一致^[1,4]。从省份虚拟变量的估计结果来看,浙江、河南 2 省农药施用次数高于黑龙江,并且均在 1% 的水平上显著。相关统计数据显示,浙江、河南 2 省的农药使用量明显高于黑龙江省,这表明方程估计结果与现实情况一致。

3.2 内生性讨论

尽管在计量方程中控制了一系列可以观察到的

影响农药施用的因素,但仍可能存在内生性问题。主要有两方面原因,一是参保行为与农药施用行为间存在反向因果关系^[16,18],二是由“自选择”导致的内生性。农户针对地块的参保行为并非随机:对于病虫害高发的地块,农户更倾向于购买农业保险用于分散风险,同时倾向于使用较多农药;而对于病虫害发生率不高的地块,农户则倾向于不参保并减少农药施用。这就导致参保和未参保两组地块的初始条件不完全相同,直接进行估计会导致“选择偏差”,无法真实反映农户参保行为对农药施用的影响。为解决这两类内生性问题,分别采取工具变量法(IV)和倾向得分匹配方法(PSM)。

3.2.1 工具变量法

由于被解释变量属于计数数据,采用含有工具变量的两阶段 Poisson 回归。第 1 阶段用工具变量和其他控制变量对“是否参保”内生变量回归,生成残差 $\hat{\varepsilon}_{ij}$,用残差 $\hat{\varepsilon}_{ij}$ 替代第 2 阶段残差 ε_{ij} 后,再对被解释变量进行 Poisson 回归。另外,作为对照,同时列出两阶段最小二乘(2SLS)估计结果。

遵循工具变量同时具备相关性和外生性的条件,本研究选取村级农业保险覆盖率、其他保险购买次数^①两个变量作为工具变量。村级农业保险覆盖率,具体衡量方式为玉米(水稻)参保面积占玉米(水稻)播种面积比例。村级农业保险覆盖率不会影响农户个人施用农药,具备外生性,并且村级农业保险覆盖率的高低往往影响着本村村民的参保意愿。其他保险包括人身意外保险、房屋保险、医疗保险、养老保险 4 种。从其他保险购买次数可以看出农户对保险的认知情况,购买其他保险次数越多的农户更倾向于购买农业保险,另外,以上 4 种保险均与农业生产性投入行为无关,不会影响农户针对地块的农药投入,具备外生性条件。

表 4 报告了两阶段 Poisson 和 2SLS 回归结果。第 1 阶段估计结果显示,村级农业保险覆盖率、其他保险购买次数两个变量系数均显著为正,表明村级农业保险覆盖率越高,其他保险购买的越多,农户越偏向于购买农业保险,这满足工具变量相关性要求,也合乎现实逻辑。同时,我们对工具变量进行了过度识别检验,结果显示无法拒绝“所有工具变量均外生”的原假设,故认为村级农业保险覆盖率、其他保

① 林光华等^[19]在研究家禽保险对养殖户疫病防控要素投入的影响时采用过此变量作为工具变量。

险购买次数两变量外生。估计结果显示,在控制内生性后,参保对农药施用的影响依旧为负,并在5%的水平上显著。但系数的绝对值相对于前述估计结

果有所上升,进一步证明参保行为会抑制农药施用,参保地块相对未参保地块农药施用次数会降低0.75次左右。

表3 Poisson 和 OLS 估计结果

Table 3 Regression results of Poisson and OLS

变量 Variable	Poisson		OLS
	系数 Coefficient	平均边际效应 Average marginal effect	系数 Coefficient
是否参保 Whether for insured	-0.068*** (0.024)	-0.231*** (0.082)	-0.263*** (0.082)
地块产权类型 Land property right type	-0.004 (0.021)	-0.015 (0.073)	-0.033 (0.072)
地块坡度 Land slope	0.026 (0.033)	0.087 (0.110)	0.077 (0.095)
黏土土壤 Clay soil	-0.022 (0.029)	-0.074 (0.101)	-0.085 (0.095)
壤土土壤 Loam soil	-0.039 (0.028)	-0.134 (0.096)	-0.126 (0.100)
地块面积 Land area	0.000 (0.000)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)
地块离家的距离 The distance from home	0.000 (0.007)	0.000 (0.025)	0.002 (0.020)
种植作物种类 Crop varieties	0.374*** (0.039)	1.268*** (0.134)	0.998*** (0.106)
户主受教育年限 Education of household head	0.004 (0.004)	0.012 (0.012)	0.014 (0.013)
户主务农年限 Farming year of household head	0.002** (0.001)	0.007** (0.003)	0.007** (0.003)
是否为规模户 Agricultural production scale	-0.009 (0.021)	-0.029 (0.071)	-0.053 (0.070)
非农收入比例 Non-agricultural income ratio	0.143*** (0.033)	0.484*** (0.111)	0.538*** (0.116)
风险态度 Risk attitude	-0.040* (0.022)	-0.134* (0.075)	-0.140* (0.076)
浙江省虚拟变量 Zhejiang dummy	0.589*** (0.047)	2.175*** (0.174)	2.607*** (0.162)
河南省虚拟变量 Henan dummy	0.210*** (0.033)	0.635*** (0.102)	0.443*** (0.090)
四川省虚拟变量 Sichuan dummy	-0.026 (0.045)	-0.070 (0.121)	-0.120 (0.125)
常数项 Constant term	0.697*** (0.064)		1.918 (0.197)
准 R^2 Adjusted R^2	0.131		0.506
观测值 Observation	1 709	1 709	1 709

注：*、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著水平；所有模型的 $\text{Prob} > \chi^2$ 都为 0.00；括号中数值为稳健标准误。下同。

Note: *, ** and *** respectively indicate the significant levels at 10%, 5% and 1%. $\text{Prob} > \chi^2$ is 0.00 in all models. The values in brackets are robust standard errors. The same below.

表4 工具变量估计结果
Table 4 Regression results of IV

变量 Variable	两阶段 Poisson Two stage Poisson		两阶段最小二乘 Two stage least square	
	第1阶段 First stage	第2阶段 Second stage	第1阶段 First stage	第2阶段 Second stage
	系数 Coefficient	平均边际效应 Average marginal effect	系数 Coefficient	系数 Coefficient
是否参保 Whether for insured		-0.755** (0.338)		-0.769** (0.345)
地块产权类型 Land property right	-0.023 (0.022)	-0.029 (0.073)	-0.023 (0.022)	-0.046 (0.074)
地块坡度 Land slope	-0.076** (0.031)	0.045 (0.111)	-0.076** (0.031)	0.036 (0.098)
黏土土壤 Clay soil	0.043 (0.031)	-0.056 (0.100)	0.043 (0.031)	-0.069 (0.096)
壤土土壤 Loam soil	0.109*** (0.031)	-0.075 (0.102)	0.109*** (0.031)	-0.071 (0.107)
地块面积 Land area	0.000** (0.000)	0.001 (0.001)	0.000* (0.000)	0.001 (0.001)
地块离家的距离 The distance from home	0.005 (0.007)	0.004 (0.025)	0.005 (0.007)	0.006 (0.022)
种植作物种类 Crop varieties	-0.017 (0.034)	1.289*** (0.134)	-0.017 (0.034)	1.016*** (0.107)
户主受教育年限 Education of household head	-0.001 (0.004)	0.012 (0.012)	-0.001 (0.004)	0.015 (0.013)
户主务农年限 Farming year of household head	-0.002** (0.001)	0.006** (0.003)	-0.002** (0.001)	0.006** (0.003)
是否为规模户 Agricultural production scale	0.115*** (0.023)	0.0189 (0.078)	0.115*** (0.023)	-0.003 (0.080)
非农收入比例 Non-agricultural income ratio	-0.119** (0.036)	0.405*** (0.121)	-0.119** (0.036)	0.463*** (0.127)
风险态度 Risk attitude	-0.001 (0.024)	-0.127* (0.076)	-0.001 (0.024)	-0.136* (0.076)
浙江省虚拟变量 Zhejiang dummy	0.165*** (0.046)	2.301*** (0.192)	0.165*** (0.046)	2.726*** (0.181)
河南省虚拟变量 Henan dummy	-0.049 (0.033)	0.605*** (0.100)	-0.049 (0.033)	0.427*** (0.092)
四川省虚拟变量 Sichuan dummy	0.175*** (0.044)	0.064 (0.149)	0.175*** (0.044)	0.046 (0.170)
村级农业保险覆盖率 Rural agricultural insurance coverage	0.003*** (0.000)		0.003*** (0.000)	
其他保险购买次数 Other insurance purchases	0.038*** (0.012)		0.038*** (0.012)	
常数项 Constant term	0.132** (0.067)		0.132** (0.067)	2.064*** (0.215)
准 R ² Adjusted R ²	0.196	0.131	0.188	0.493
观测值 Observation	1 709	1 709	1 709	1 709

3.2.2 倾向得分匹配

本研究使用倾向得分匹配方法(PSM)解决可能由“自选择”导致的内生性。该方法的基本思路是,在选取合适匹配变量基础上,计算个体选择进入处理组(参保组)的条件概率,然后在处理组(参保组)和对照组(未参保组)中分别选取条件概率相近个体进行匹配,计算个体处理效应,最后将每个个体的处理效应加权平均求出总的平均处理效应^[20]。由于2组个体其他特征非常接近,最终计算出的平均处理效应(ATT)表示仅因参保行为不同而导致的农药施用差异。我们选取前述提到的地块特征、

农户特征、地区变量作为匹配变量,“是否参保”变量为处理变量。

通过重叠性检验和平衡性检验,是确保PSM估计结果有效的关键。图1所示,模型通过重叠性检验。绝大多数观测值均在共同范围内,表明参保组与未参保组重叠性较好,由匹配造成的样本损失量很少。同时模型通过平衡性检验。表5给出的结果显示,各匹配变量匹配后的标准化偏差绝对值均 $<10\%$,表明匹配效果良好。并且各变量T检验结果均无法拒绝处理组和对照组无系统差异的原假设,通过平衡性检验^[20]。

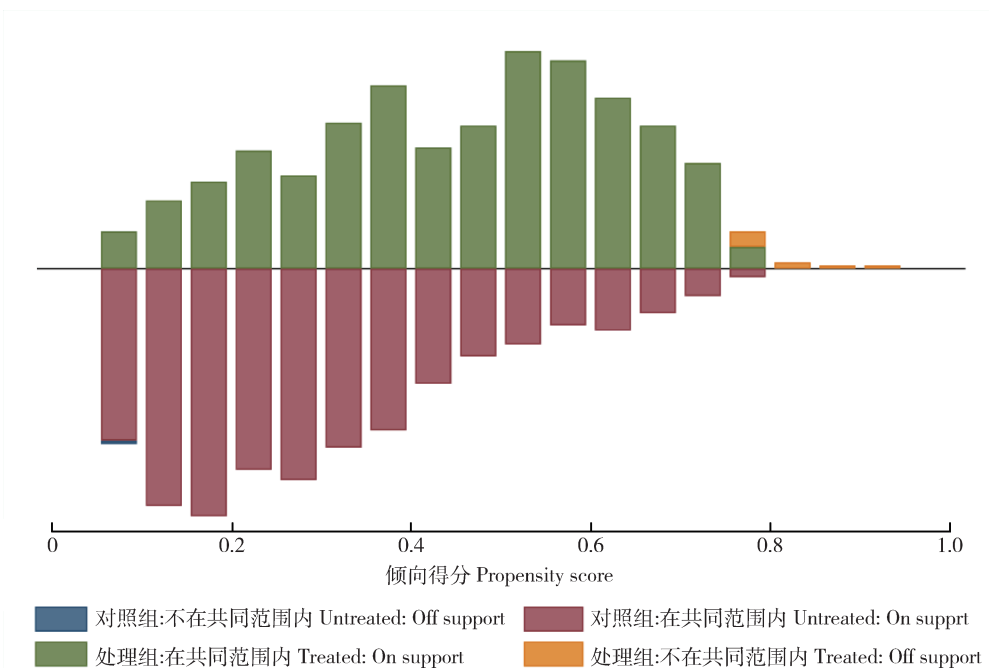


图1 倾向得分共同取值范围

Fig. 1 Common support of propensity score

在此采用较为常用的最近邻匹配法和核匹配法进行倾向得分匹配,然后计算参保地块相应的平均处理效应(ATT)。ATT值表明仅由参保行为不同而导致的农药施用次数差异。进一步使用自助法(Bootstrap)求出标准误。结果显示(表6),2种方法获得的ATT值均为负数,并在统计上显著。这与前文估计结果一致,验证了参与农业保险会减少农药施用,同时表明本研究的估计结果稳健。

4 结论与政策涵义

随着农业保险的快速发展,其对生态环境的影响备受关注。本研究采用2015年黑龙江、河南、浙

江、四川4省粮食种植户调研数据,基于地块层面构建计量方程,利用工具变量法和倾向得分匹配法解决计量模型中存在的内生性问题,实证分析了粮食作物保险对农户农药施用的影响。多种估计方法的结果均显示,参保地块农药施用次数显著低于未参保地块。这表明参保行为抑制了农药施用,与以往实证研究结论一致^[8-10]。从模型估计系数来看,参保地块农药施用次数减少0.25~0.75次,说明目前粮食作物保险对农药施用的影响是有限的。这可能与我国“低保障、广覆盖”的粮食作物保险政策有关,但随着保险保障水平的提高,这种抑制作用可能会进一步彰显。

表5 匹配变量平衡性检验结果

Table 5 Results of matching variables balance test

匹配变量 Matching variable		均值 Mean		标准化 偏差/% Standard deviation	标准偏差 减少幅度/% SD's range reduction	T 检验 T test	
		处理组 Treatment group	对照组 Control group			T 值 T value	P 值 P value
地块坡度	匹配前	0.764	0.850	-22		-4.47	0.000
Land slope	匹配后	0.775	0.769	1.5	93.3	0.24	0.810
地块产权类型	匹配前	0.452	0.412	8		1.59	0.112
Land property right type	匹配后	0.450	0.444	1.2	85.3	0.20	0.839
黏土土壤 I	匹配前	0.284	0.448	-34.5		-6.75	0.000
Clay soi	匹配后	0.287	0.273	1.8	94.9	0.32	0.749
壤土土壤	匹配前	0.542	0.351	39.1		7.79	0.000
Loam soil	匹配后	0.538	0.533	1.2	96.9	0.20	0.840
地块面积	匹配前	20.942	15.543	7.1		1.54	0.123
Land area	匹配后	17.679	14.590	4	42.9	0.79	0.429
地块离家的距离	匹配前	0.916	0.916	0		0.00	0.999
The distance from home	匹配后	0.878	0.854	1.5	-19 787.9	0.25	0.799
种植作物种类	匹配前	0.619	0.381	49		9.70	0.000
Crop varieties	匹配后	0.615	0.613	0.5	99	0.09	0.929
户主受教育年限	匹配前	6.529	6.901	-11.9		-2.40	0.016
Education of household head	匹配后	6.497	6.607	-3.5	70.3	-0.10	0.540
户主务农年限	匹配前	31.811	31.921	-0.8		-0.16	0.874
Farming year of household head	匹配后	32.045	32.283	-1.7	-117.2	-0.31	0.760
是否为规模户	匹配前	0.521	0.395	25.3		5.02	0.000
Agricultural production scale	匹配后	0.513	0.479	6.9	72.7	1.18	0.237
非农收入比例	匹配前	0.440	0.482	-12.4		-2.46	0.014
Non-agricultural income ratio	匹配后	0.445	0.466	-6.6	46.6	-1.17	0.242
风险态度	匹配前	0.478	0.449	6.3		1.25	0.212
Risk attitude	匹配后	0.474	0.481	-1.5	75.6	-0.26	0.792
浙江省虚拟变量	匹配前	0.278	0.183	22.6		4.58	0.000
Zhejiang dummy	匹配后	0.278	0.261	4.2	81.5	0.68	0.495
河南省虚拟变量	匹配前	0.097	0.309	-54.7		-10.23	0.000
Henan dummy	匹配后	0.098	0.092	1.7	96.9	0.39	0.694
四川省虚拟变量	匹配前	0.429	0.203	50.1		10.22	0.000
Sichuan dummy	匹配后	0.425	0.463	-8.3	83.4	-1.31	0.191

注:数据来源于4省调研数据。

Note: Data from four provinces survey.

表6 PSM估计结果

Table 6 Regression results of PSM

结果变量 y_{ij} Result variable y_{ij}	匹配方法 Matching method	ATT	Bootstrap 标准误 Bootstrap SE	P 值 P value
农药施用次数 Times of pesticide application	最近邻匹配法 核匹配法	-0.372** -0.323*	0.243 0 0.125 2	0.044 0.054

注:数据来源于4省调研数据。

Note: Data from four provinces survey.

研究结论具有重要的政策涵义。研究证实农业保险除能实现分散农业生产风险的政策目标外,还能促使农户减少农药施用,对生态环境产生积极影响,与我国倡导与推行的“农业清洁生产”、“农药零增长行动”政策的激励方向一致。同时需要指出,理论研究表明是农业保险中的道德风险激励了农户减少农药施用。但严重的道德风险会产生负面影响,如风险事故发生概率增加,或农户产量损失增加等,不仅危害保险公司利益,还给农业生产带来不利影响。所以,未来粮食作物保险的发展,在提高保障程度的同时要有有效地规避道德风险的负面影响。具体地,可从完善保险合同、提升农户诚信水平及研发指数保险等新型农险产品等方面展开。

参考文献 References

- [1] 黄季焜,齐亮,陈瑞剑. 技术信息知识、风险偏好与农民施用农药[J]. 管理世界,2008(5):71-76
Huang J K, Qi L, Chen R J. Technical information knowledge, risk preference and farmers' pesticide application[J]. *Management World*, 2008(5):71-76 (in Chinese)
- [2] Garming H, Waibel H. Pesticides and farmer health in Nicaragua: A willingness-to-pay approach to evaluation [J]. *The European Journal of Health Economics*, 2009, 10(2): 125-133
- [3] Abhilash P C, Singh N. Pesticide use and application: An Indian scenario[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2009, 165(1): 1-12
- [4] 米建伟,黄季焜,陈瑞剑, Liu E M. 风险规避与中国棉农的农药施用行为[J]. 中国农村经济,2012(7):60-71,83
Mi J W, Huang J K, Chen R J, Liu E M. Risk aversion and pesticide application behavior of Chinese cotton farmers[J]. *Chinese Rural Economy*, 2012(7):60-71,83 (in Chinese)
- [5] Liu E M, Huang J K. Risk preferences and pesticide use by cotton farmers in China[J]. *Journal of Development Economics*,

2013, 103:202-215

- [6] 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(8):17-29,41
Zhu D, Kong X, Gu J P. The irrational equilibrium of farmer's households' overusing pesticide: Evidence from farmer's households in southern region of Jiangsu Province, China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2014(8):17-29,41 (in Chinese)
- [7] 纪月清,刘亚洲,陈奕山. 统防统治:农民兼业与农药施用[J]. 南京农业大学学报:社会科学版,2015,15(6):61-67,138
Ji Y Q, Liu Y Z, Chen Y S. Part-time jobs and pesticide input: A perspective of collective prevention[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2015, 15(6): 61-67, 138 (in Chinese)
- [8] Smith V H, Goodwin B K. Crop insurance, moral hazard, and agricultural chemical use[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1996, 78(2):428-438
- [9] 钟甫宁,宁满秀,邢鹏,苗齐. 农业保险与农用化学品施用关系研究:对新疆玛纳斯河流域农户的经验分析[J]. 经济学(季刊),2007,6(1):291-308
Zhong F N, Ning M X, Xing L, Miao Q. A study on the relationship between crop insurance and agrochemical uses: An empirical analysis of the Manas Watershed, Xinjiang, China [J]. *China Economic Quarterly*, 2007, 6(1): 291-308 (in Chinese)
- [10] Yan L, Keith H C. A cost function analysis of crop insurance moral hazard and agricultural chemical use [C]. Milwaukee: AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, 2009(7):26-29
- [11] Quiggin J C, Karagiannis G, Stanton J. Crop insurance and crop production: An empirical study of moral hazard and adverse selection[J]. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 1993, 37(2):95-113
- [12] Ligon J A, Thistle P D. Moral hazard and background risk in competitive insurance markets[J]. *Economica*, 2008, 75(300): 700-709
- [13] Ahsan S M, Ali A A, Kurian N J. Toward a theory of

- agricultural insurance[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1982, 64(3): 520-529
- [14] Quiggin J. Some observations on insurance, bankruptcy and input demand[J]. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1992, 18(1): 101-110
- [15] Ramaswami B. Supply response to agricultural insurance: Risk reduction and moral hazard effects[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1993, 75(4): 914-925
- [16] Mishra A K, Wesley N R, El-Osta H S. Is moral hazard good for the environment? Revenue insurance and chemical input use[J]. *Journal of Environmental Management*, 2005, 74(1): 11-20
- [17] 张驰, 张崇尚, 仇焕广, 吕开宇. 农业保险参保行为对农户投入的影响: 以有机肥投入为例[J]. *农业技术经济*, 2017(6): 79-87
Zhang C, Zhang C S, Qiu H G, Lv K Y. The effect of the behavior of participation in the agricultural insurance on farmers' investment: An empirical analysis regarding organic fertilizer application[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017(6): 79-87
- [18] Horowitz J K, Lichtenberg E. Insurance, moral hazard, and chemical use in agriculture [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1993, 75(4): 926-935
- [19] 林光华, 汪斯洁. 家禽保险对养殖户疫病防控要素投入的影响研究[J]. *农业技术经济*, 2013(12): 94-102
Lin G H, Wang S J. The impact of farmer's poultry insurance on the factor inputs of disease control [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2013(12): 94-102 (in Chinese)
- [20] 陈强. 高级计量经济学及 stata 应用[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2014
Chen Q. *Advanced Econometrics and Stata Application* [M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2014 (in Chinese)

责任编辑: 王岩