

引用格式: 郑军, 赵维娜. 农业保险对中国绿色农业生产的影响: 基于农业技术进步的中介效应[J]. 资源科学, 2023, 45(12): 2414-2432. [Zheng J, Zhao W N. Impact of agricultural insurance on green agricultural production in China: Based on the mediating effect of agricultural technology progress[J]. Resources Science, 2023, 45(12): 2414-2432.] DOI: 10.18402/resci.2023.12.09

农业保险对中国绿色农业生产的影响 ——基于农业技术进步的中介效应

郑 军, 赵维娜

(安徽财经大学金融学院, 蚌埠 233000)

摘 要:【目的】在经济社会发展全面绿色转型的背景下, 鼓励和发展农业保险对中国推动绿色农业生产、实现农业高质量发展以及推进乡村振兴建设有重要作用。【方法】首先, 尝试构建包含农业保险、农业技术进步和绿色农业生产的柯布道格拉斯生产函数的研究框架, 理论分析农业保险对绿色农业生产的作用渠道; 其次, 基于2011—2021年中国31个省份的面板数据, 通过熵权法构建绿色农业生产水平指数, 采用混合回归、固定效应和随机效应及两阶段最小二乘法, 实证考察农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的作用效果。【结果】研究发现: ①农业保险促进农业技术进步是推动绿色农业生产的重要机制; 农业保险的保障性能分散农业面临的风险, 优化技术类要素投入, 淘汰高污染和高排放的传统型技术, 产生替代效应; 农业保险的政策性通过财政补贴激励农户缴费参保, 提高农户种植农作物的积极性, 推动农业规模化和机械化, 产生同群效应; ②农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的影响效果, 会因各省份的技术发展程度不同而表现出明显差异。相比于农业绿色全要素生产率较低区域, 农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的作用效果在农业绿色全要素生产率较高区域更好; 相比于农用机械总动力较高地区, 农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的作用效果在农用机械总动力较低地区更好。【结论】农业保险的替代效应和同群效应激励农户采用绿色低碳生产技术, 助力农业绿色化生产。本文提出了政府机构当好引路人、拓宽和优化多方主体参与绿色农业发展、加强农户的专业科技培训等政策建议。

关键词: 农业保险; 农业技术进步; 绿色农业生产; 替代效应; 同群效应; 中国

DOI: 10.18402/resci.2023.12.09

1 引言

党的二十大报告明确提出“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节”。在2023年中央一号文件中, 提到要“强化农业技术和装备支撑, 推动农业关键核心技术攻关, 推进农业绿色发展”。2023年国务院发布的《新时代的中国绿色发展》白皮书中强调, 新时期中国要建立绿色经济低碳循环发展的新体制, 推动经济开展全方位的转变, 加速科技进步, 为中国绿色发展增添新动能。原中国银保监会2022年举行“推动保险业高质量发展座谈会”, 强调继续推进农业保险更深层

次发展, 为农业生产提供保障。在“双碳”目标和乡村振兴战略协同推进背景下, 绿色农业生产是实现绿色经济高质量发展的重要途径。农业保险能分散农业生产风险, 保障农户生产活动, 发挥收入“保底功能”, 具有保障性和政策性的重要特征^[1-3]。由此可见, 农业保险、农业技术进步与绿色农业生产密切相关。然而, 在农业保险助力下的农业技术进步, 对提高绿色农业生产率并推动绿色农业生产的作用效果如何? 这其中的影响机制是什么? 本文从农业保险重要特征出发, 为充分发挥农业保险作用实现绿色经济发展提供新的研究思路。

收稿日期: 2023-04-13; 修订日期: 2023-07-02

基金项目: 安徽省社会科学规划项目(AHSKY2022D059)。

作者简介: 郑军, 男, 重庆开州区人, 教授, 博士, 研究方向为保险与社会保障。E-mail: zgja000@qq.com

关于农业保险、农业技术进步和绿色农业发展的现有研究可分为3个方面:①农业保险鼓励农户采用农业技术^[4-6]。农业技术具有改善土壤质量、提高作物产量的优点,但也具有一定的风险。农业保险降低农户采用技术的风险,促使他们选择风险性较大、效率性更高的生产技术^[7,8];②农业保险推动农业绿色化发展。农业保险通过风险保障功能稳定农户产出预期,刺激农户购置高效农业机械设备,提高农业绿色全要素生产率^[9-11];③农业保险有助于改善生态环境。农业保险引导农户改变传统的生产方式,提高农药、化肥等农业化学品使用效率,通过影响化肥使用量和碳排放行为改善生态环境^[12-15]。此外,学者们对农业绿色全要素生产率进行测算,实证检验了农村金融发展对农业绿色全要素生产率的促进作用^[16,17]。

已有文献分别对农业保险、农业技术进步和绿色农业生产的效应及影响因素进行深入探索。需要注意的是,中国各地区绿色农业发展不协调、不充分,绿色农业面临的问题是规模化、机械化程度不高,农户面临的困境是采用农业技术进行生产的风险较高,再加上农户对农业保险具有排斥心理,导致相关政策在农村地区难以落到实处。然而,目前实证研究集中于农业保险对现代农业发展及乡村振兴的影响机制,主要探讨农业保险保障农业生产经营、稳定农户收入的作用效果,鲜有学者将农业保险、农业技术进步和绿色农业生产联系在一起并进行实证分析。基于此,本文构建了一个农业保险通过农业技术进步影响绿色农业生产的函数模型,理论分析了农业保险、农业技术进步影响绿色农业生产的内在机制。

本文的贡献主要包括以下两方面:①构建了一个农业部门绿色农业生产、农业保险和农业技术的模型,探讨了农业保险发展水平对农业技术进步以及农村地区绿色农业生产的影响机制。②通过选取多个衡量指标,利用熵权TOPSIS法测算2011—2021年中国31个省份(因数据缺失未包括港澳台地区)的绿色农业生产水平指数和农业保险发展指数,实证检验了农业保险通过农业技术进步对绿色农业生产的作用机制。本文结果可为完善农业保险与农业农村相结合的政策实施提供理论依据。

2 理论分析与研究假设

本文在借鉴储德银等^[18]的研究基础上,尝试构建一个同时包含农业保险、农业技术进步以及绿色农业生产的理论模型,由此系统地分析农业保险对绿色农业的作用渠道。

2.1 农业保险对农业技术进步的影响

柯布-道格拉斯生产函数常用于估计某个地区经济增长水平或大型公司生产规模,预测地区的技术、劳动、资本等投入与产出之间的关系。农业部门所对应的生产函数形式为:

$$Y_t = A_t L_t^\beta K_t^\gamma \quad (1)$$

式中: Y_t 、 A_t 、 L_t 、 K_t 分别为第 t 年农业部门的生产水平、农业技术、劳动力数量、资本投入; β 和 γ 分别为农业部门的劳动力产出弹性和资本产出弹性, $0 < \beta, \gamma < 1$ 。

农业保险提供较高风险保障,增加农作物单位产出;政府实施不同保费补贴标准,引导农民优化生产行为^[1-3]。农业保险是农业生产中分散风险的重要手段,保障农户生产活动,发挥收入“保底功能”,体现了农业保险的保障性(bzx)和政策性(zcx)。因此,本文用保障性和政策性来测度农业保险发挥的功能,则农业保险发展水平为:

$$F(bzx, zcx) = F_{bzx} + F_{zcx} \quad (2)$$

由于农业的生产经营存在一定的风险,农业风险管理对农业经济具有重要影响,所以参考宋凌峰等^[19]的方法,将 bzx 和 zcx 作为生产要素纳入农业生产经营分析中。并在王向楠^[20]的研究基础上,将式(1)变为:

$$Y_t = A_t L_t^\beta K_t^\gamma [F_{bzx} + F_{zcx}, CN, t] \quad (3)$$

式中: CN 为其他影响农业产出的因素。

为了分析农业保险对农业技术进步的作用机制,根据张焯卿^[21]的研究,令 $\bar{y}_t = Y_t/K_t$ 表示农业部门的单位资本产出,则由式(3)化简可得农业部门的单位资本产出函数:

$$\begin{aligned} \bar{y}_t &= \frac{A_t L_t^\beta K_t^\gamma [F_{bzx} + F_{zcx}, CN, t]}{K_t} \\ &= A_t L_t^\beta K_t^{\gamma-1} [F_{bzx} + F_{zcx}, CN, t] \end{aligned} \quad (4)$$

根据索洛经济增长模型,在经济增长过程中,广义上技术进步是指排除劳动、资本、自然资源等

生产要素后的剩余部分,接着对式(4)进行移项,可得到农业技术表达式:

$$A_t = \bar{y}_t L_t^{-\beta} K_t^{1-\gamma} [F_{bx} + F_{zcx}, CN, t] \quad (5)$$

然后,对式(5)两边同时取对数:

$$\ln A_t = \ln \bar{y}_t - \beta \ln L_t + (1-\gamma) \ln K_t [F_{bx} + F_{zcx}, CN, t] \quad (6)$$

进一步分析农业保险保障性和政策性对农业技术进步的影响,参考玉国华^[22]的方法,对农业技术表达式求全微分,可以衡量农业部门的技术进步变化情况,即以 dA_t/A_t 表示农业技术进步(增长率)。

同样,对式(6)求全微分可得到:

$$\frac{dA_t}{A_t} = \frac{d\bar{y}_t}{\bar{y}_t} - \beta \frac{dL_t}{L_t} + (1-\gamma) \frac{dK_t [F_{bx} + F_{zcx}, CN, t]}{K_t} \quad (7)$$

$$\text{由于 } 0 < \gamma < 1, \text{ 故 } (1-\gamma) \frac{dK_t [F_{bx} + F_{zcx}, CN, t]}{K_t} > 0,$$

这表明农业技术随着农业保险保障性和政策性的增强而提高。

技术进步是经济增长的重要源泉^[23]。由于农业作为“弱质性”产业,农村地区生产效率低,农户传统小农思想普遍存在,因而在农户生产经营过程中,采用先进的农业技术是高风险、高收益的行为。

根据期望效用理论,作为理性消费者,农户为实现生产效用的最大化,往往考虑风险系数 ϕ 的影响^[24]。当农户拥有农业保险的风险保障后,农民的风险厌恶系数 ϕ 会大大降低, $\partial\phi/\partial F(bzx, zcx) < 0$ 。农业保险保障性提高,促进农户采用农业技术;农业保险政策性提高,刺激农户购买农业保险。因此,购买农业保险的成本 C_F 越低,农业生产经营的风险 S_F 越低,获得农业生产经营收入 R_F 越高,即:

$$\frac{\partial C_F}{\partial F(bzx, zcx)} < 0, \frac{\partial S_F}{\partial F(bzx, zcx)} < 0, \frac{\partial R_F}{\partial F(bzx, zcx)} > 0 \quad (8)$$

对于规模化农户,通过充分投保转移农业生产风险,这时风险厌恶系数可能趋于0,所得到的效应增加;对于普通农户,借助农业保险稳定农业收入,逐渐扩大生产规模,使得农业收入稳步增长。假设农户通过农业保险获得的效应为 u , 则 $\partial u/\partial F(bzx, zcx) > 0$ 。

《中央财政农业保险保费补贴管理办法》强调,调高补贴比例,并增加补贴规模。农业保险所产生

的效应包括两层含义:①农业保险保障性发挥风险保障作用,稳定农户产出预期,合理配置劳动力和技术类生产要素^[7],促进传统污染技术向绿色低碳技术转变,产生替代效应(u_1);②农业保险政策性发挥财政补贴保费作用,鼓励农户扩大生产经营规模^[25],加速农业技术推广和传播,提高农业规模化和机械化,产生同群效应(u_2)。即:

$$\frac{\partial u_1}{\partial F_{bx}} > 0, \frac{\partial u_2}{\partial F_{zcx}} > 0 \quad (9)$$

假定包含 u_1 和 u_2 两大效应的农业技术进步的函数为 $tec(u_1, u_2)$, 且表示为 $tec(u_1, u_2) = Au_1^\varepsilon u_2^\rho$ 。农业保险对农业技术进步的替代效应和同群效应的差异化影响通过 ε 和 ρ 反映,其中, ε 为农业保险通过农业技术进步产生替代效应的弹性; ρ 为农业保险通过农业技术进步产生同群效应的弹性。 ε 和 ρ 不同,说明替代效应和同群效应发挥作用的大小不同。

分别对 u_1 和 u_2 求导,可得:

$$\frac{\partial tec(u_1, u_2)}{\partial u_1} = A\varepsilon u_1^{\varepsilon-1} u_2^\rho, \frac{\partial tec(u_1, u_2)}{\partial u_2} = A\rho u_1^\varepsilon u_2^{\rho-1} \quad (10)$$

根据式(10),如果农业保险通过农业技术进步产生的同群效应 u_2^ρ 不变,那么 $\partial tec(u_1, u_2)/\partial u_1 > 0$, 表明替代效应能够强化对农业技术进步的影响,强化效果的大小由 ε 决定;同理,同群效应能够强化对农业技术进步的影响,强化效果的大小由 ρ 决定。

结合式(9)和(10),得出:

$$\frac{\partial tec(u_1, u_2)}{\partial u_1} \times \frac{\partial u_1}{\partial F_{bx}} > 0, \frac{\partial tec(u_1, u_2)}{\partial u_2} \times \frac{\partial u_2}{\partial F_{zcx}} > 0 \quad (11)$$

式(11)表明,农业保险保障性和政策性水平越高,其产生替代效应和同群效应越强,就越有利于促进农业技术进步。

因此,基于以上理论推导得出研究假设:

H1: 农业保险的发展促进农业技术进步。

2.2 农业保险对绿色农业生产的影响

绿色经济以环境风险和生态损害最小化为基础,寻求绿色效率,兼顾社会公平,注重可持续发展^[26,27]。绿色经济的社会效益(人力资本方面)是指优化生产要素配置,提高社会劳动生产率,实现绿色经济

2023年12月

发展^[28]。在资源枯竭和环境恶化情形之下,粗放型农业生产方式已经不能适应经济发展趋势,而绿色农业生产是一种区别于传统农业经济增长模式的发展方式。本文在程华等^[29]的研究基础上,构建了一个绿色农业生产的函数公式:

$$GAPL = XA^{\alpha} L^{\beta} K^{\gamma} M^{\delta} \quad (12)$$

式中: $GAPL$ 为绿色农业生产水平; X 为常数项; M 为土地投入; α 为技术进步率; 参数 β 、 γ 、 δ 分别为劳动力产出、资本产出和土地产出弹性, 满足 $\alpha + \beta + \gamma + \delta < 1$, 且 $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$, $\delta > 0$ 。

2021年,农业农村部等6部门联合印发的《“十四五”全国农业绿色发展规划》中,强调“转变农业发展方式,推进农业发展全面绿色转型”。对农户来说,这是一种新型且具有风险挑战的生产方式,而农业保险可以改变农户生产行为,有利于减少农用化学品投入,改善农业生态环境^[30]。

进一步考察农业保险对绿色农业生产的影响,借鉴王向楠^[20]的研究思路,引入农业保险保障性和政策性对绿色农业生产效果 U , U 包含了农业保险的保障性(F_{bzx})和政策性(F_{zcx})以及用于反映二者协同作用的交乘项($F_{bzx} \times F_{zcx}$), 令式(12)中的 $A^{\alpha} = U(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx})^{\alpha}$, 则绿色农业生产函数变形为:

$$GAPL = XU(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx})^{\alpha} L^{\beta} K^{\gamma} M^{\delta} \quad (13)$$

对式(13)等号两边同时取对数,并计算各项对 t 的导数:

$$\frac{1}{GAPL} \frac{dGAPL}{dt} = \alpha \frac{1}{U} \frac{dU(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx})}{dt} + \beta \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} + \gamma \frac{1}{K} \frac{dK}{dt} + \delta \frac{1}{M} \frac{dM}{dt} \quad (14)$$

借鉴郝利等^[31]对农业科技进步贡献率的测算研究,在计算具体的年份时,可以使 $dt=1$, 且 $dGAPL$ 、 dU 、 dL 、 dK 、 dM 分别可以写成 $\Delta GAPL$ 、 ΔU 、 ΔL 、 ΔK 、 ΔM , 则可以得到:

$$\frac{\Delta GAPL}{GAPL} = \alpha \frac{\Delta U(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx})}{U} + \beta \frac{\Delta L}{L} + \gamma \frac{\Delta K}{K} + \delta \frac{\Delta M}{M} \quad (15)$$

式中: $\Delta GAPL/GAPL$ 为绿色农业生产增长率; $\Delta U/U$ 为农业技术增长率; $\Delta L/L$ 为劳动力增长率;

$\Delta K/K$ 为资本增长率; $\Delta M/M$ 为土地增长率。

本文仅分析农业保险对绿色农业生产的影响,通过化简可得农业技术进步率的表达式为:

$$\alpha = \frac{\partial GAPL}{\partial U(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx})} \quad (16)$$

因为 $\alpha > 0$, 所以 $\partial GAPL / \partial U(F_{bzx} + F_{zcx} + F_{bzx} \times F_{zcx}) > 0$, 表明农业保险通过其保障性和政策性推动绿色农业生产。

因此,基于以上理论推导得出研究假设:

H2: 农业保险推动绿色农业生产。

2.3 农业技术进步的中介效应影响

根据古典经济学理论,一个国家或地区的经济发展受资本、劳动力和技术等多种因素影响,但是主要依靠两种途径:增加生产要素投入和技术进步。本文主要研究技术进步这一影响路径。借鉴汪克亮等^[32]的研究,假定绿色农业产出受到农业技术水平影响,在式(12)基础上构建农业保险通过农业技术进而影响绿色农业生产的函数表达式:

$$GAPL = XA(F_{bzx} + F_{zcx}, CN, t)^{\alpha} f(L, K, M) \quad (17)$$

式中: $A(F_{bzx} + F_{zcx}, CN, t)$ 为标准的希克斯中性技术进步效率函数,表示农业技术进步可以通过外生变量的变化对绿色农业产出发生作用。

参考崔兴华等^[33]的方法,得到农业保险通过农业技术进步影响绿色农业生产的函数变形式:

$$GAPL_{it} = XA_{i0}(u_1 + u_2 + u_1 \times u_2)(F_{bzx} + F_{zcx})_{it} CN_{it} \times f(L_{it}, K_{it}, M_{it}) \quad (18)$$

式中: i 为省份; X_{i0} 为初始农业技术。

对(18)式农业保险的保障性求偏导后得:

$$\frac{\partial GAPL_{it}}{\partial F_{bzx}} = \frac{\partial A_{i0}(u_1 + u_2 + u_1 \times u_2)(F_{bzx} + F_{zcx})_{it} CN_{it} \times f(L_{it}, K_{it}, M_{it})}{\partial F_{bzx}} \quad (19)$$

对(18)式农业保险的政策性求偏导后可得:

$$\frac{\partial GAPL_{it}}{\partial F_{zcx}} = \frac{\partial A_{i0}(u_1 + u_2 + u_1 \times u_2)(F_{bzx} + F_{zcx})_{it} CN_{it} \times f(L_{it}, K_{it}, M_{it})}{\partial F_{zcx}} \quad (20)$$

结合式(19)和(20)可得:

$$\frac{\partial GAPL_{it}}{\partial F_{bx}} > 0, \frac{\partial GAPL_{it}}{\partial F_{zcx}} > 0 \quad (21)$$

根据式(21),农业保险保障性和政策性为绿色农业生产给予风险保障和经济支持,通过使用和推广绿色低碳技术,促进农业技术进步,提高绿色低碳技术采用率,保证产出的同时降低农业污染,实现绿色农业发展。

因此,基于以上理论推导得出研究假设:

H3:农业保险通过促进农业技术进步,进而推动绿色农业生产。

3 模型、变量与数据

3.1 计量模型设定

在实证检验的过程中,温忠麟等^[34]提出的中介效应模型被广泛使用。例如周京奎等^[35]采用“三步法”来分析农地流转对贫困家庭收入的影响,并检验职业分层的中介效应。本文利用“三步法”检验农业技术进步在农业保险助力绿色农业生产中的中介效应。

首先,检验H2。以农业保险发展水平(F)为解释变量,绿色农业生产水平($GAPL$)为被解释变量,依据式(16)得到一个基准计量模型:

$$GAPL_{it} = \theta_0 + \theta_1 F_{it} + \theta_2 Z_i + u_{it} \quad (22)$$

式中: θ_1 为农业保险对绿色农业生产的总效应; Z_i 为控制变量; θ_0 为截距项; θ_2 控制变量回归系数; u_{it} 为随机扰动项。

其次,检验H1。以 F 为解释变量,农业技术进步(tec)为被解释变量,基于式(11)得到模型设置如下:

$$tec_{it} = \eta_0 + \eta_1 F_{it} + \eta_2 Z_i + u_{it} \quad (23)$$

式中: η_1 为农业保险对农业技术进步的总效应; η_0 为截距项; η_2 控制变量回归系数。

最后,检验H3。由式(21)构建如下模型:

$$GAPL_{it} = \zeta_0 + \zeta_1 F_{it} + \zeta_2 tec_{it} + \zeta_3 Z_i + u_{it} \quad (24)$$

式中: ζ_1 为农业保险对绿色农业生产的直接效应; ζ_2 为农业技术进步对绿色农业生产的直接效应; ζ_0 为截距项; ζ_3 为控制变量回归系数。如果 η_1 和 ζ_2 都显著且与预期相符,则存在中介效应,中介效应大小为 $\eta_1 \cdot \zeta_2$,中介效应占比为 $\eta_1 \cdot \zeta_2 / \theta_1$ 。

3.2 变量选取

3.2.1 被解释变量

绿色农业生产水平 $GAPL$ 。目前,关于绿色农业生产水平的测度方法较为统一,主要是构建绿色农业生产水平评价指标体系。因此,本文在吕明等^[36]和漆雁斌等^[37]的研究基础上,选取化肥施用率、农药利用率、农膜使用率、农用机械使用率、农地使用率以及节水灌溉率6个指标,通过收集2011—2021年中国31个省份的数据,采用熵权法测算绿色农业生产水平指数,衡量各省份绿色农业的发展。

3.2.2 解释变量

农业保险发展水平 F 。关于农业保险发展水平的测度研究比较丰富,主要分成两类:①如王韧等^[38]构建了多个层面的指标,采取熵值法估算中国各省份的农业保险发展水平得分;②如张祖荣等^[39]利用农业保险保费收入指标来衡量农业保险发展。由于本文探讨农业保险通过促进农业技术进步推动绿色农业生产,重点关注农业保险的保障性和政策性的影响。因此,本文借鉴张东玲等^[40]和李婵娟等^[41]的测度指标,从保障性和政策性两个维度,选取12个指标构造指数,以期充分反映农业保险的功能特征(表1),最后利用熵权法计算得到各省份农业保险发展指数。

3.2.3 中介变量

农业技术进步 tec 。一方面,农业技术可以通过既定投入获取更多的产出,提高农业劳动生产率,改进现有产品质量,生产出全新的产品,使产品优质化、多样化^[42]。另一方面,农户通过采用绿色农业技术,实现精准施药、高效施肥、节水灌溉等,降低农业二氧化碳排放污染,推动绿色农业生产。目前关于农业技术进步的测度方法大致可分为两类:①采用数据包络分析法;②以农用机械总动力作为其代理变量。鉴于数据的可获得性,在杨义武等^[43]的研究基础上,本文选用技术市场成交合同数(项)来衡量农业技术进步,该值越大,说明农业技术水平越高,反之则越差。

3.2.4 控制变量

影响绿色农业生产的因素主要包括以下几个方面:①经济发展水平,对绿色农业发展来说,经济发展是基础,经济发展有利于提高资源利用效率和环

表1 农业保险指数构建指标

Table 1 Indicators of agricultural insurance index

测量维度	指标描述	计算公式	指标属性	权重
保障性	保费收入深度 X_1	农险保费收入/农业生产总值	正	0.0938
	保费收入密度 X_2	农险保费收入/乡村人口数	正	0.0770
	赔付支出深度 X_3	农险赔付支出/农业生产总值	正	0.1220
	赔付支出密度 X_4	农险赔付支出/乡村人口数	正	0.1097
	保费占第一产业增加值比重 X_5	农险保费收入/第一产业增加值	正	0.1297
	赔付占第一产业增加值比重 X_6	农险赔付支出/第一产业增加值	正	0.1626
	保费占财产险比重 X_7	农险保费/财险保费	正	0.0684
	赔付占财产险比重 X_8	农险赔付/财险赔付	正	0.0932
	保费增长率 X_9	本年农险保费/上年农险保费-1	正	0.0738
	赔付增长率 X_{10}	本年农险赔付/上年农险赔付-1	正	0.0326
	农业保险赔付率 X_{11}	赔付支出/保费收入	负	0.0010
政策性	农险政府补贴额/涉农支出 X_{12}	农险政府补贴额/政府农业财政支出	正	0.0361

境治理能力,进而促进区域绿色发展水平提升^[44];②环境规制,加强环境规制可以获得一定的生态效益,从而推动绿色农业发展^[45];③产业结构,优化产业结构能够促进生产率提升,推动绿色农业发展^[46]。因此,本文控制变量包括以下:经济发展水平(人均GDP)、环境规制(农业生产总值×环境污染治理投资/地区生产总值)、产业结构(第一产业增加值/GDP)、政府干预(政府农业财政支出/财政总支出)、城镇化率(城镇人口/总人口)、自然灾害(受灾面积/农作物播种面积)、道路基础设施(公路货运量)。

3.3 内生性问题

考虑到农业保险与绿色农业生产之间可能存在双向因果关系,从而引发内生性问题。即农业保险对绿色农业具有促进作用,同时在中国绿色农业的发展过程中,不仅需要经济发展的推动,也需要政府进行适当的政策倾斜,以促进农业保险的发展,以此来更好地服务于绿色农业的发展。在财政部2021年印发的《中央财政农业保险保费补贴管理办法》中,提到支持区域特色农业保险,鼓励地方财政加大补贴力度。由于经济发展水平的差异和农村居民人均可支配收入的差距,会对农业保险产生一定影响,因此,在计量模型中引入农村居民人均可支配收入作为农业保险发展水平的工具变量,以克服弱工具变量的问题。

工具变量的选取主要基于以下考虑:从外生性来看,农村居民人均可支配收入可以反映中国农村

居民的生活水平和农户购买农业保险的能力状况,同时,农村居民人均可支配收入对绿色农业发展的影响较弱。从相关性来看,由于中国是一个农业大国和人口大国,农村居民人均可支配收入一定程度上体现了中国各省份农户对于农业保险的购买能力,也可以反映中国当前的农业保险发展水平。由此可见,选择农村居民人均可支配收入作为农业保险的工具变量,基本满足对工具变量性质的要求。

3.4 数据来源与描述性统计

数据来源于对应年度的《中国保险年鉴》《中国统计年鉴》、EPS全球统计数据库和中国三农数据库等,并对所有绝对值指标进行对数化处理,其中缺失的数据,采用线性插值法填补,具体见表2。

4 结果与分析

4.1 农业保险影响绿色农业生产的基准回归分析

4.1.1 农业保险对绿色农业生产的总影响

基于式(22),在基准模型中采用混合回归(OLS)、固定效应(FE)、随机效应(RE)等方法进行农业保险系数的参数估计,以此来验证农业保险对绿色农业生产的总体影响,结果见表3。列(1)、(2)为混合回归结果,列(3)、(4)为固定效应结果,列(5)、(6)为随机效应结果,列(7)为两阶段最小二乘法的结果。其中,列(2)、(4)、(6)、(7)为加入控制变量经济发展水平(Dev)、环境规制(Env)、产业结构(Str)、政府干预(Gov)、城镇化率(Urb)、自然灾害($Disa$)、道路基础设施($Road$)后的回归结果。

表2 主要变量的描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of the main variables

变量	变量说明	观测数	平均值	标准差	最小值	最大值
lnGAPL	绿色农业生产水平指数	341	-0.978	0.223	-1.676	-0.119
Intec	农业技术进步	341	8.854	1.073	5.595	11.124
lnF	农业保险发展指数	341	-2.592	0.770	-4.766	-0.467
lnDev	经济发展水平	341	10.835	0.513	7.898	12.041
lnEnv	环境规制	341	2.667	1.293	-2.677	5.250
lnStr	产业结构	341	-2.567	0.954	-5.984	0.340
lnGov	政府干预	341	-2.206	0.333	-3.192	-1.590
lnUrb	城镇化率	341	4.046	0.231	3.127	4.495
lnDisa	自然灾害	341	-2.312	0.904	-5.557	-0.480
lnRoad	道路基础设施	341	11.224	1.072	6.887	12.661
lnInco	农村居民人均可支配收入	341	9.400	0.416	8.346	10.559
lnDep	农业保险深度	341	-7.478	0.999	-10.240	-4.996
lnEdu	农村人力资本	341	5.878	0.874	3.178	7.305
lnOut	农业生产总值/乡村人口数	341	9.114	0.465	7.659	10.273

表3 农业保险影响绿色农业生产的基准回归结果

Table 3 Benchmark regression results of agricultural insurance affecting green agricultural production

变量	lnGAPL						
	OLS		FE		RE		2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
lnF	0.060*** [0.015]	-0.029* [0.017]	0.166*** [0.013]	0.054*** [0.017]	0.158*** [0.013]	0.044*** [0.016]	0.140*** [0.052]
lnDev		0.091** [0.041]		0.281*** [0.058]		0.133*** [0.040]	0.072 [0.046]
lnEnv		0.036** [0.014]		-0.006 [0.011]		-0.009 [0.011]	0.034** [0.016]
lnStr		-0.059** [0.024]		0.257*** [0.054]		0.100*** [0.034]	-0.012 [0.030]
lnGov		0.207*** [0.060]		0.123** [0.054]		0.071 [0.051]	-0.078 [0.105]
lnUrb		0.427*** [0.086]		0.228 [0.148]		0.555*** [0.097]	0.188 [0.118]
lnDisa		-0.043*** [0.012]		-0.004 [0.009]		-0.005 [0.009]	-0.021 [0.015]
lnRoad		-0.051*** [0.016]		0.008 [0.034]		-0.018 [0.023]	-0.011 [0.021]
常数项	-0.821*** [0.042]	-3.089*** [0.321]	-0.547*** [0.034]	-3.948*** [0.490]	-0.569*** [0.047]	-3.935*** [0.409]	-2.383*** [0.413]
样本量	341	341	341	341	341	341	341
R ²	0.0406	0.3622	0.2891	0.4532			0.1850

注:***、**、*分别表示在1%、5%和10%的显著水平下显著;括号中的数字为标准误,下同。

2023年12月

列(1)–(7)结果显示,除列(2)农业保险系数出现负值外,其余列农业保险系数均显著为正,说明农业保险对绿色农业生产具有显著正向影响,从而验证了H2的结论。首先,针对列(2)加入控制变量后农业保险系数显著为负的情况,推测原因如下:农业保险发展水平可能受到农户的风险偏好、农业生产技术、政府政策等因素的影响,而这些因素也可能影响绿色农业生产,从而产生内生性问题,导致OLS模型的估计结果存在偏误。其次,列(4)和(6)的农业保险系数为0.054和0.044,系数较列(3)、(5)更低,这表明,在不考虑控制变量时,会高估农业保险对绿色农业生产的正向影响。最后,列(7)的农业保险系数为0.140,系数明显大于列(4)、(6),说明在加入人均居民可支配收入这一工具变量后,农业保险助推绿色农业生产的效果更好。

4.1.2 稳健性检验

为进一步验证农业保险助推绿色农业生产的总影响,借鉴宋丽智等^[47]的研究,考虑到地区经济存

在差异,本文用农业保险深度(农险保费收入/地区生产总值)替换农业保险发展指数。采用混合回归(OLS)、固定效应(FE)、随机效应(RE)等方法进行检验,结果见表4。

首先,列(1)、(2)农业保险系数显著为负。究其原因,农业保险深度值越高,农民的风险承担能力越弱,容易引发农民的道德风险和逆向选择问题,可能导致农民对农业生产管理和监督的松懈,从而减少对农业生产的投入和创新,导致绿色农业生产水平下降。其次,列(4)、(6)的农业保险系数为0.053和0.038,与列(3)、(5)相比,系数有所降低,这表明,在不考虑控制变量时,会高估农业保险对绿色农业的正向影响。最后,对比列(4)、(6)、(7),列(7)的农业保险系数为0.174,显然系数最大,说明在加入人均居民可支配收入这一工具变量后,农业保险对绿色农业生产的效果更好。

4.1.3 模型结果综合分析

首先,表3中,除了列(2)农业保险系数为负以

表4 稳健性检验结果
Table 4 Robustness test results

变量	lnGAPL						
	OLS		FE		RE		2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
lnF	-0.028** [0.012]	-0.039*** [0.015]	0.164*** [0.012]	0.053*** [0.017]	0.138*** [0.012]	0.038** [0.015]	0.174** [0.071]
lnDev		0.093** [0.041]		0.269*** [0.059]		0.127*** [0.041]	0.062 [0.052]
lnEnv		0.038*** [0.014]		-0.013 [0.011]		-0.014 [0.011]	0.028 [0.018]
lnStr		-0.046** [0.024]		0.232*** [0.055]		0.084** [0.036]	-0.073** [0.031]
lnGov		0.251*** [0.063]		0.106* [0.055]		0.058 [0.052]	-0.261 [0.183]
lnUrb		0.428*** [0.084]		0.260* [0.144]		0.586*** [0.094]	0.197 [0.129]
lnDisa		-0.046*** [0.012]		-0.002 [0.009]		-0.004 [0.009]	-0.011 [0.019]
lnRoad		-0.052*** [0.016]		0.002 [0.034]		-0.018 [0.023]	-0.005 [0.025]
常数项	-1.189*** [0.091]	-3.196*** [0.323]	0.246** [0.091]	-3.716*** [0.543]	0.051 [0.097]	-3.867*** [0.439]	-1.944*** [0.573]
样本量	341	341	341	341	341	341	341
R ²	0.0130	0.3699	0.3071	0.4530			

外,其余列的农业保险系数均显著为正;在表4中,除了列(1)、(2)农业保险系数为负之外,其余列的农业保险系数均显著为正。可以认为,表3农业保险系数结果和表4基本一致,验证了H2的结论。

其次,在加入控制变量后,农业保险系数有所下降。原因可能是:在表3列(2)、(4)、(6)中,*Dev*的回归系数显著为正,即经济发展水平对绿色农业生产有显著的正向影响,经济发展可为绿色农业生产提供更多的资源、技术和市场支持,促进农业生产效率和质量的提高。在表3列(2)、(7)中,*Env*的回归系数显著为正,即环境规制对绿色农业生产的影响显著为正,环境规制的强度和执行力度的提升,可以引导和激励农户的绿色生产行为,推动农业绿色转型。在表3列(2)中,*Str*的回归系数显著为负,即产业结构对绿色农业生产有显著的负向影响,可能是因为产业结构的效果需要较长的时间才能显现出来,产业结构的变化导致了一些负面的外部性,劳动力向更高收入的部门移动,农业部门的

生产效率降低,影响了绿色农业生产的发展。在表3列(2)、(4)中,*Gov*的回归系数显著为正,即政府干预对绿色农业生产有显著的正向影响,说明政府的政策、补贴、服务等对绿色农业生产有重要的促进作用,可以为绿色农业生产提供更多的公共品和激励机制,引导农业从业者转变生产方式和理念,提高绿色农业生产的参与度。在表3列(2)、(6)中,*Urb*的回归系数显著为正,即城镇化率对绿色农业生产的影响显著为正,城镇化可以带来更多的人力、物力和信息资源,扩大绿色农业生产的市场需求和供给能力。在表3列(2)中,*Disa*和*Road*的回归系数显著为负,即自然灾害和道路基础设施对绿色农业生产的影响均显著为负,可能是因为自然灾害和道路基础设施导致了农地的减少和农业生态的破坏,制约了绿色农业生产的发展潜力。

4.2 农业保险影响绿色农业生产的机制分析

4.2.1 农业保险对农业技术进步的影响

表5为农业保险影响农业技术进步的回归结

表5 农业保险影响农业技术进步的回归结果

Table 5 Regression results of agricultural insurance affecting agricultural technology progress

变量	Intec						
	OLS		FE		RE		2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>lnF</i>	-0.065 [0.076]	0.047 [0.053]	0.529*** [0.028]	0.177*** [0.034]	0.521*** [0.029]	0.157*** [0.034]	0.745*** [0.175]
<i>lnDev</i>		0.022 [0.128]		0.218* [0.114]		0.116 [0.097]	-0.055 [0.157]
<i>lnEnv</i>		0.130*** [0.044]		0.004 [0.021]		0.018 [0.022]	0.123** [0.054]
<i>lnStr</i>		-0.439*** [0.075]		0.132 [0.105]		0.038 [0.087]	-0.242** [0.103]
<i>lnGov</i>		-0.349* [0.188]		-0.326*** [0.107]		-0.363*** [0.106]	-1.525*** [0.357]
<i>lnUrb</i>		1.123*** [0.270]		2.152*** [0.289]		2.188*** [0.240]	0.139 [0.401]
<i>lnDisa</i>		-0.079** [0.039]		-0.022 [0.017]		-0.025 [0.018]	0.013 [0.052]
<i>lnRoad</i>		0.434*** [0.050]		-0.136** [0.068]		0.049 [0.059]	0.598*** [0.072]
常数项	8.685*** [0.204]	-3.093** [1.007]	10.220*** [0.075]	-0.668 [0.962]	10.200*** [0.200]	-2.207** [0.934]	-0.181 [1.404]
样本量	341	341	341	341	341	341	341
<i>R</i> ²	-0.0008	0.7277	0.4826	0.6895			0.5930

2023年12月

果。为进一步实证检验农业保险助推绿色农业生产的传导机制,本文以农业技术进步为中介变量,基于所构建的中介效应模型式(23)和(24),采用OLS、FE、RE和两阶段最小二乘法(2SLS)方法,对农业保险促进农业技术进步的效果进行参数估计。

列(3)–(7)农业保险的系数均在1%的水平下显著为正,即农业保险对农业技术有着显著的正向影响,这说明农业保险发展水平的提高,有利于农业技术进步,从而验证了H1的结论。首先,在混合回归(OLS)下,农业保险的回归系数均不显著,可能是因为:中国农业保险发展时间较晚、发展制度不完善、发展水平较低,保费收入和赔付支出的数额受到自然灾害的影响存在较大的波动性。其次,对比列(3)、(5)和列(4)、(6)的回归结果,加了控制变

量后的列(4)、(6)中农业保险系数明显更小,同样表明,在不考虑控制变量时,会高估农业保险对农业技术进步的正向影响。最后,列(7)农业保险的系数为0.745,比列(4)、(6)的系数显然更大,这说明在控制内生性问题后,农业保险对农业技术的影响更大,即农业保险发展有利于促进农业技术进步。

在农业保险影响农业技术进步的机制分析方面,根据理论分析可知,农业保险能够分散农业生产经营风险,降低农户风险厌恶系数,扩大农作物种植规模,推动农村劳动力转移,促进产业结构升级,提高劳动生产力,加速农业技术进步。为验证这一结论,采用OLS、FE和RE检验农业保险与农村人力资本(农村居民中大专及以上学历人数)的交互项($F\text{-}Edu$)对农业技术进步的影响,结果见表6。回归

表6 农业保险影响农业技术进步的机制分析

Table 6 Analysis of the mechanism of agricultural insurance affecting agricultural technology progress

变量	Intec					
	OLS		FE		RE	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnF	0.839*	0.270	−0.501***	−0.501***	−0.551***	−0.634***
	[0.464]	[0.278]	[0.167]	[0.139]	[0.167]	[0.145]
lnEdu	0.470**	0.633***	0.717***	0.362***	0.778***	0.543***
	[0.209]	[0.141]	[0.098]	[0.087]	[0.096]	[0.085]
lnF-Edu	−0.120	−0.042	0.153***	0.117***	0.156***	0.129***
	[0.080]	[0.047]	[0.028]	[0.023]	[0.028]	[0.024]
lnDev		−0.201*		0.247**		0.016
		[0.106]		[0.110]		[0.090]
lnEnv		0.039		0.015		0.029
		[0.037]		[0.021]		[0.022]
lnStr		−0.425***		0.135		−0.091
		[0.061]		[0.102]		[0.079]
lnGov		−0.574***		−0.236**		−0.343***
		[0.152]		[0.105]		[0.105]
lnUrb		1.445***		1.893***		1.978***
		[0.224]		[0.290]		[0.219]
lnDisa		0.027		−0.017		−0.009
		[0.032]		[0.017]		[0.018]
lnRoad		−0.015		−0.087		0.099*
		[0.052]		[0.066]		[0.054]
常数项	6.415***	−0.719	5.693***	−2.379**	5.252***	−4.374***
	[1.191]	[1.065]	[0.614]	[0.991]	[0.617]	[0.939]
样本量	341	341	341	341	341	341
R ²	0.3735	0.8236	0.5588	0.7119		

结果显示,列(3)–(6)交互项($F \cdot Edu$)的系数分别为0.153、0.117、0.156和0.129,均在1%的显著水平上显著为正,从整体上看,农业保险可以通过提高农村人力资本促进农业技术进步。此外,列(3)–(6)农业保险系数显著为负,进一步分析其原因,可能是因为:农业保险存在道德风险和逆向选择的问题,导致农民的消费倾向增加,选择更高风险的农业生产方式,并转移部分农业生产资源到其他领域,从而降低农业技术进步水平,影响绿色农业生产水平。

4.2.2 农业技术进步中介效应

为了验证农业保险通过促进农业技术进步助推绿色农业生产,引入农业技术进步这一中介变量,采用OLS、FE、RE和2SLS进行验证(表7)。

首先,表7列(1)–(3)和列(5)–(6)农业技术进步的系数均显著为正;同时,表5列(3)–(7)农业保

险系数均在1%的显著水平下显著为正。因此,计量模型设定部分中的 η_1 和 ζ_2 均显著且与预期相符,存在中介效应,表明农业保险通过促进农业技术进步这一渠道显著推动了绿色农业生产。此外,表7列(3)–(6)中农业保险的系数比表3列(3)–(6)未加入中介变量农业保险的系数要小,进一步表明农业技术进步确为农业保险助推绿色农业生产的中介变量,验证了H3的结论。其次,列(7)农业技术进步系数为0.095,依然在1%的显著水平下显著,与OLS、FE和RE回归结果接近,这表明在加入农村居民人均可支配收入这一工具变量,且控制农业保险与绿色农业生产之间可能存在的双向因果关系后,农业技术进步中介效应依然显著。最后,列(2)农业保险系数显著为负,表明农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的作用效果为负。分析该结果出现的原因如下:一方面,农户在农业生

表7 农业技术进步中介效应回归结果

Table 7 Regression results of the mediation effect of agricultural technology progress

变量	lnGAPL						
	OLS		FE		RE		2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
lnF	0.066*** [0.014]	-0.034** [0.016]	0.096*** [0.018]	0.049*** [0.018]	0.099*** [0.015]	0.036** [0.016]	0.069 [0.045]
Intec	0.095*** [0.010]	0.099*** [0.017]	0.133*** [0.025]	0.027 [0.029]	0.121*** [0.018]	0.057** [0.024]	0.095*** [0.018]
lnDev		0.089** [0.039]		0.275*** [0.058]		0.132*** [0.040]	0.077* [0.041]
lnEnv		0.023* [0.013]		-0.006 [0.011]		-0.011 [0.011]	0.023 [0.014]
lnStr		-0.016 [0.024]		0.254*** [0.054]		0.104*** [0.034]	0.011 [0.027]
lnGov		0.241*** [0.057]		0.132** [0.055]		0.093* [0.051]	0.066 [0.093]
lnUrb		0.314*** [0.084]		0.169 [0.160]		0.435*** [0.109]	0.175* [0.104]
lnDisa		-0.035*** [0.012]		-0.003 [0.009]		-0.004 [0.009]	-0.022* [0.014]
lnRoad		-0.094*** [0.017]		0.011 [0.035]		-0.032 [0.023]	-0.067*** [0.021]
常数项	-1.649*** [0.093]	-2.780*** [0.309]	-1.907*** [0.253]	-3.930*** [0.491]	-1.791*** [0.189]	-3.731*** [0.414]	-2.366*** [0.364]
样本量	341	341	341	341	341	341	341
R ²	0.2485	0.4233	0.3490	0.4530			0.3670

2023年12月

产经营活动中,可能倾向于将自身收益作为主要的考量因素,相比于考虑生态环境效应,可能会更加追求高产量、低成本,容易忽视农业污染;另一方面,可能由于中国农业保险发展相对缓慢,即使在政府的大力支持下,保险机构的参与度也比较低,这导致农业保险在绿色农业发展中的作用并没有得到很好的发挥。

为进一步检验农业技术进步这一中间渠道的稳健性,在表8中,借鉴马铁群等^[48]的研究思路,选取农业生产总值占乡村人口数的比重(*Out*)替代农业技术进步。采用OLS、FE、RE和2SLS方法进行验证,结果见表8。

列(1)和列(3)–(7)农业保险的系数显著为正,列(1)–(6)农业生产总值占乡村人口数比重的系数显著为正,表明在控制了中介变量农业技术进步的影响后,农业保险依然显著促进了绿色农业生产,

农业技术进步在农业保险促进绿色农业生产的过程中仍具有重要的中介作用。从表8中发现列(2)农业保险系数显著为负,出现这一结果可能原因是:在中国农村地区,基础设施建设不完善,思想观念落后,开放程度不足,可能会减少对新技术、新品种、新设备的尝试和采用,从而影响农业生产的进步和改善,对绿色农业发展产生抑制作用。

4.2.3 模型结果综合分析

首先,在表7中,除了列(4)农业技术进步系数不显著的情况之外,其余列农业技术进步的系数均显著为正,表明农业保险能够通过农业技术进步促进绿色农业生产。在表8中,除了列(7)农业产值占农村总人口比重的系数不显著,无论是否加入控制变量,农业产值占农村总人口比重的系数都显著为正。表8的回归结果与表7大致相同,表明农业保险可以通过促进农业技术进步这一中介渠道间接

表8 农业技术进步中介效应的稳健性检验

Table 8 Robustness test of the mediation effect of agricultural technology progress

变量	lnGAPL						
	OLS		FE		RE		2SLS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
lnF	0.051*** [0.015]	−0.040** [0.017]	0.067*** [0.015]	0.049*** [0.017]	0.071*** [0.015]	0.036** [0.016]	0.140*** [0.052]
lnOut	0.098*** [0.025]	0.133** [0.053]	0.264*** [0.028]	0.208** [0.083]	0.247*** [0.026]	0.248*** [0.069]	−0.007 [0.071]
lnDev		0.031 [0.047]		0.076 [0.100]		−0.052 [0.066]	0.076 [0.055]
lnEnv		0.022 [0.015]		−0.014 [0.011]		−0.019* [0.011]	0.035** [0.018]
lnStr		−0.131*** [0.037]		0.052 [0.098]		−0.086 [0.063]	−0.008 [0.054]
lnGov		0.206*** [0.059]		0.149*** [0.055]		0.114** [0.051]	−0.078 [0.101]
lnUrb		0.229* [0.117]		0.058 [0.161]		0.239* [0.130]	0.200 [0.133]
lnDisa		−0.038*** [0.012]		−0.003 [0.009]		−0.005 [0.009]	−0.021 [0.015]
lnRoad		−0.044*** [0.016]		0.013 [0.034]		−0.006 [0.023]	−0.011 [0.020]
常数项	−1.735*** [0.240]	−3.088*** [0.318]	−3.214*** [0.281]	−3.451*** [0.526]	−3.048*** [0.267]	−3.412*** [0.430]	−2.385*** [0.407]
样本量	341	341	341	341	341	341	341
R ²	0.0784	0.3721	0.4496	0.4625			0.1850

推动绿色农业生产,进一步验证了H3。

其次,在表7列(2)中,经济发展水平(*Dev*)、环境规制(*Env*)、政府干预(*Gov*)、城镇化率(*Urb*)对绿色农业生产具有显著正向影响。可能的解释是:经济发展水平增加可能带来更多的投资和资源用于绿色农业的发展,提高农户的收入水平和投入能力,改善农户的生产条件,从而提高绿色农业生产水平。更严格的环境规制可能促使农业生产者采用更环保的生产方法,减少农业生产对资源和环境的消耗,从而提高绿色农业生产水平。政府干预可能通过政策和资金支持推动绿色农业的发展,制定农业生产的规范标准,监督农业生产的质量安全,从而提高绿色农业生产水平。城镇化率增加可能带动对绿色、健康食品的需求,从而推动绿色农业生产水平。而自然灾害(*Disa*)、道路基础设施(*Road*)对绿色农业生产具有负向影响。探究其原因可能是:自然灾害反映了农业生产面临的不利因素,其回归系数为负可能说明自然灾害的频率和强度增加,农业生产的稳定性和安全性降低,从而影响绿色农业生产水平。道路基础设施反映了农业生产的交通条件,其回归系数为负可能说明道路基础设施的建设和维护不足,农业生产的物流成本和效率受到限制,从而影响绿色农业生产水平。

4.3 农业保险影响绿色农业生产的异质性分析

4.3.1 农业绿色全要素生产率的异质性分析

考虑到农业绿色全要素生产率是影响绿色农业发展的重要因素^[49],提高农业绿色全要素生产率会促进农业技术进步,进而对绿色农业生产的影响产生一些差异。因此,将中国31个省份2011—2021年农业绿色全要素生产率数值进行排序,划分为农业绿色全要素生产率较高地区(山东、青海、北京、贵州、浙江、河北、河南、江西、海南、广东、广西、云南、甘肃、安徽、山西15个省份)和农业绿色全要素生产率较低地区(天津、吉林、湖北、福建、辽宁、江苏、湖南、上海、四川、内蒙古、黑龙江、新疆、重庆、西藏、宁夏、陕西16个省份),采用固定效应(FE)方法进行分析,结果见表9。

从回归结果来看,农业保险通过促进农业技术进步推动绿色农业生产的效应存在较大的地区差

异。对比列(1)、(3)和(2)、(4),列(1)、(2)结果显示农业技术进步的系数显著为正,列(3)、(4)结果显示农业技术进步的系数不显著,这说明在农业绿色全要素生产率较低地区,农业保险通过促进农业技术进步助推绿色农业生产的影响并不显著。一个可能的原因是:在农业绿色全要素生产率较低地区,经济发展水平较低,自然地理位置和产业结构存在劣势,农业生产的规模较小,农业保险的发展可能无法刺激农户转变传统的生产方式和采用绿色低碳农业技术,需要更大的农业技术进步幅度和力度,才能实现绿色农业生产水平的显著提升,所以,农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业发展的影响程度较小。在农业绿色全要素生产率较高地区,开放时间较早,开放程度较高,农民接受新技术、新品种、新设备的程度也相对较高,可能只需要较小的农业技术进步幅度和力度,就能维持或增加绿色农业生产水平,因而,农业保险通过促进农业技术进步助推绿色农业生产的影响相对较大。

4.3.2 农用机械总动力的异质性分析

考虑到不同地区的农业生产结构对农用机械的利用程度不同,相较于农用机械总动力较低的地区,农用机械总动力高的地区对农业技术采用更频繁^[50],进而带给绿色农业生产不同的影响。为此,本文将各省份的农用机械总动力进行排序,分为农用机械总动力较高地区(吉林、河北、内蒙古、新疆、江苏、山东、河南、湖南、四川、广西、云南、江西、黑龙江、安徽、湖北15个省份)和农用机械总动力较低地区(福建、广东、宁夏、西藏、陕西、天津、山西、辽宁、上海、浙江、贵州、北京、海南、重庆、甘肃、青海16个省份)两组,采用固定效应(FE)方法进行分析,具体结果如表10所示。

从回归结果来看,农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的影响存在较大的地区差异。对比列(1)–(4),在农用机械总动力较低的地区,农业保险的系数显著,在农用机械总动力较高的地区,农业保险的系数不显著。本文认为原因在于:农用机械总动力反映了农业生产的机械化水平和作业效率,农用机械总动力较低的地区,农业生产更依赖于人力和畜力,风险和不确定性更大,可

表9 农业绿色全要素生产率的异质性回归结果

变量	lnGAPL			
	农业绿色全要素生产率较高地区		农业绿色全要素生产率较低地区	
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnF	0.057*** [0.021]	0.001 [0.018]	0.120*** [0.027]	0.092*** [0.029]
Intec	0.219*** [0.030]	0.058* [0.032]	0.059 [0.037]	-0.027 [0.045]
lnDev		0.067 [0.054]		0.472*** [0.103]
lnEnv		0.001 [0.012]		-0.002 [0.016]
lnStr		0.014 [0.051]		0.506*** [0.092]
lnGov		0.075 [0.057]		0.267*** [0.085]
lnUrb		0.752*** [0.164]		-0.404 [0.245]
lnDisa		-0.003 [0.008]		-0.008 [0.015]
lnRoad		0.063* [0.033]		0.024 [0.059]
常数项	-2.771*** [0.311]	-5.762*** [0.447]	-1.204*** [0.377]	-2.382*** [0.857]
样本量	165	165	176	176
R ²	0.5766	0.7524	0.1793	0.3225

表10 农用机械总动力的异质性回归结果

变量	lnGAPL			
	农用机械总动力较高地区		农用机械总动力较低地区	
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnF	0.037 [0.036]	-0.024 [0.030]	0.136*** [0.017]	0.122*** [0.019]
Intec	0.197*** [0.041]	0.024 [0.043]	0.069** [0.027]	0.039 [0.034]
常数项	-2.705*** [0.436]	-8.225*** [0.929]	-1.166*** [0.268]	-1.312** [0.527]
样本量	165	165	176	176
R ²	0.2404	0.5096	0.5524	0.5827

能导致农民对农业保险的需求和依赖程度更高,农业保险对农民的激励和保障作用更强,从而促进了农业技术进步和绿色农业生产的提升。农用机械总动力较高的地区,农业生产的机械化水平和作业效率较高,风险和不确定性较小,可能会降低农民对农业保险的需求和依赖程度,农业保险对农民的激励和保障作用较弱,从而导致了农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的影响较小。

5 结论和政策建议

5.1 结论

本文采用2011—2021年中国31个省份的面板数据,研究了农业保险与农业技术进步对绿色农业生产的作用机制。基于理论推导和实证检验,得到以下研究结论:

(1)农业保险的保障性,能够分散农户生产经营风险,有效改善农业生产的技术要素投入,优化农业生产要素配置,产生替代效应;农业保险的政策性,刺激农户购买农业保险,提高农户参保和种植农作物的积极性,推动农业规模化和机械化,产生同群效应。

(2)农业保险通过促进农业技术进步这一中间渠道推动绿色农业生产。农业保险有利于降低农户风险厌恶程度,引导农户使用绿色低碳技术,变革落后的农业生产方式,有效减轻农业面源污染。

(3)农业保险通过促进农业技术进步对绿色农业生产的影响存在显著的技术水平异质性。相较于农业绿色全要素生产率较低区域,在农业绿色全要素生产率较高区域的效果更优;相较于农用机械总动力较高地区,在农用机械总动力较低地区的效果更优。

5.2 政策建议

基于上述结论,本文从以下3个方面对推动农业保险发展和促进绿色农业生产提出建议:

(1)对于国家各级政府机构,要充分发挥好指引绿色农业发展的“引路人”作用。应加大农资企业绿色生产技术创新的财政倾斜力度,建立更加合理化的环境制度,健全绿色农业激励机制,提高区域发展积极性,统筹提升中国绿色农业生产水平,促进中国绿色农业发展的区域平衡性和阶段稳定性。

(2)对于绿色农业生产较落后的地区,应该拓宽和优化多方主体参与绿色农业发展的渠道和路径。相关职能部门应积极完善防治农业污染的法规法令,继续加大绿色农业生产过程中生态环境治理力度,采取法律宣传、职业培训相结合的方式,充分运用互联网等信息传播渠道,对绿色农业生产知识进行普及,提高农户绿色意识。

(3)对于农业保险发展不平衡的地区,需要正视绿色农业发展现状和不足,建立独特发展优势。在政府对农业保险扶持的基础上,突破自然地理位置限制,促进农业保险交流与农业生产技术扩散,积极调整产业结构,加快绿色经济发展脚步。同时,完善农业相关基础设施建设,实现农业新技术对旧技术的替代,并对农户加强专业科技培训,为绿色农业生产提供动力。

参考文献(References):

- [1] 张哲晰,穆月英,侯玲玲.参加农业保险能优化要素配置吗?农户投保行为内生化的生产效应分析[J].中国农村经济,2018,(10): 53-70. [Zhang Z X, Mu Y Y, Hou L L. Does participation in agricultural insurance optimize factor allocation? An analysis of endogenous farmers' insurance decision-making and its effect on production[J]. Chinese Rural Economy, 2018, (10): 53-70.]
- [2] 张伟,易沛,徐静,等.政策性农业保险对粮食产出的激励效应[J].保险研究,2019,(1): 32-44. [Zhang W, Yi P, Xu J, et al. Incentivizing effect of policy agricultural insurance on grain output [J]. Insurance Studies, 2019, (1): 32-44.]
- [3] 陆宇,易福金,王克.农业保险市场竞争强度与风险保障水平:基于寻租视角的分析[J].中国农村观察,2023,(5): 104-125. [Lu Y, Yi F J, Wang K. Market competition intensity and risk protection level in China's agricultural insurance: From the perspective of rent-seeking[J]. China Rural Survey, 2023, (5): 104-125.]
- [4] 毛慧,胡蓉,周力,等.农业保险、信贷与农户绿色农业技术采用行为:基于植棉农户的实证分析[J].农业技术经济,2022,(11): 95-111. [Mao H, Hu R, Zhou L, et al. Crop insurance and the farmers' adoption of green technology: Empirical analysis based on cotton farmers[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2022, (11): 95-111.]
- [5] Tan C F, Tao J P, Yi L, et al. Dynamic relationship between agricultural technology progress, agricultural insurance and farmers' income[J]. Agriculture, 2022, DOI: 10.3390/agriculture12091331.
- [6] 朱森杰,尹恣昊,袁祥州,等.农业保险促进了农业碳生产率提升吗?[J/OL].中国农业资源与区划,(2023-08-10) [2023-12-05]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20230810.1635.006.html>. [Zhu S J, Yi M H, Yuan X Z, et al. Does agricultural insurance promote agricultural carbon productivity?[J/OL]. China Agricultural Resources and Regional Planning, (2023-08-10) [2023-12-05]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20230810.1635.006.html>.]
- [7] 黄颖,吕德宏.农业保险、要素配置与农民收入[J].华南农业大学学报(社会科学版),2021,20(2): 41-53. [Huang Y, Lv D H. Ag-

2023年12月

- ricultural insurance, factor allocation and farmers income[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2021, 20(2): 41-53.]
- [8] Tang Y M, Yang Y, Ge J H, et al. The impact of weather index insurance on agricultural technology adoption evidence from field economic experiment in China[J]. China Agricultural Economic Review, 2019, DOI: 10.1108/CAER-05-2018-0107.
- [9] Li S X, Yu W C. The dual-driven impact of "Internet Plus Agricultural Insurance" on the agricultural carbon welfare performance in China[J]. Polish Journal of Environmental Studies, 2022, 31(3): 2183-2196.
- [10] Li H J, Tang M Q, Cao A D, et al. Assessing the relationship between air pollution, agricultural insurance, and agricultural green total factor productivity: Evidence from China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2022, DOI: 10.1007/s11356-022-21287-7.
- [11] 富丽莎, 秦涛, 汪三贵. 农业保险的要害配置效应及其作用机制: 基于助力现代农业发展视角[J]. 资源科学, 2022, 44(10): 1980-1993. [Fu L S, Qin T, Wang S G. Effect of agricultural insurance on production factor allocation and its mechanism: From the perspective of facilitating modern agriculture development[J]. Resources Science, 2022, 44(10): 1980-1993.]
- [12] Niu Z H, Yi F, Chen C. Agricultural insurance and agricultural fertilizer non-point source pollution: Evidence from China's policy-based agricultural insurance pilot[J]. Sustainability, 2022, DOI: 10.3390/su14052800.
- [13] 马九杰, 崔恒瑜. 农业保险发展的碳减排作用: 效应与机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(10): 79-89. [Ma J J, Cui H Y. Effect and mechanism of agricultural insurance on agricultural carbon emission reduction[J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(10): 79-89.]
- [14] 张伟, 郭颂平, 罗向明. 政策性农业保险环境效应研究评述[J]. 保险研究, 2012, (12): 52-60. [Zhang W, Guo S P, Luo X M. Environmental effects review of policy agricultural insurance[J]. Insurance Research, 2012, (12): 52-60.]
- [15] 范东寿, 杨福霞, 郑欣, 等. 绿色农业补贴的化肥减量效应及影响机制: 来自有机肥补贴试点政策的证据[J]. 资源科学, 2023, 45(8): 1515-1530. [Fan D S, Yang F X, Zheng X, et al. The impact of green agricultural subsidies on fertilizer reduction and its mechanism: Evidence from the pilot policies of organic fertilizer subsidies[J]. Resources Science, 2023, 45(8): 1515-1530.]
- [16] 李健旋. 农村金融发展与农业绿色全要素生产率提升研究[J]. 管理评论, 2021, 33(3): 84-95. [Li J X. Rural financial development and the improvement of agricultural green total factor productivity[J]. Management Review, 2021, 33(3): 84-95.]
- [17] 李燕, 成德宁, 李朋. 农业保险促进了农业绿色生产率提高吗? [J]. 贵州财经大学学报, 2018, (6): 101-108. [Li Y, Cheng D N, Li P. Does agricultural insurance promote the improvement of agricultural green productivity in China?[J]. Journal of Guizhou University of Finance and Economics, 2018, (6): 101-108.]
- [18] 储德银, 邵娇, 迟淑娴. 财政体制失衡抑制了地方政府税收努力吗? [J]. 经济研究, 2019, 54(10): 41-56. [Chu D Y, Shao J, Chi S X. Does the fiscal system imbalance inhibit local government tax efforts?[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(10): 41-56.]
- [19] 宋凌峰, 马莹, 肖雅慧. 农业生产波动视角下农业信贷、保险对农业经济的协同效果研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2023, (2): 34-45. [Song L F, Ma Y, Xiao Y H. Research on the synergetic effect of agricultural credit and insurance on agricultural economy from the perspective of agricultural production fluctuation[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Science Edition), 2023, (2): 34-45.]
- [20] 王向楠. 农业贷款、农业保险对农业产出的影响: 来自2004-2009年中国地级单位的证据[J]. 中国农村经济, 2011, (10): 44-51. [Wang X N. Impact of agricultural loans and agricultural insurance on agricultural output: Evidence from China's prefecture-level units from 2004 to 2009[J]. Chinese Rural Economy, 2011, (10): 44-51.]
- [21] 张焯卿. 资本形成、内生技术进步与中国经济持续增长: 基于资本产出比视角的实证研究[J]. 经济科学, 2006, (6): 31-40. [Zhang Y Q. Capital formation, endogenous technological progress and China's sustained economic growth: An empirical study based on the perspective of capital-output ratio[J]. Economic Science, 2006, (6): 31-40.]
- [22] 玉国华. 农村信贷投入、劳动力转移与城乡收入差距: 理论与实证[J]. 农业技术经济, 2021, (11): 78-92. [Yu G H. Rural credit input, labor transfer and urban-rural income gap: Theoretical and empirical analysis[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2021, (11): 78-92.]
- [23] 李伟. 农业产业化技术进步的机理与效应分析: 以河北省为例[J]. 农村经济, 2018, (8): 18-24. [Li W. Mechanism and effect analysis of technological progress of agricultural industrialization: Taking Hebei Province as an example[J]. Rural Economy, 2018, (8): 18-24.]
- [24] 左喆瑜, 李周. 风险偏好、政策干预与实地养分管理技术采纳: 基于世行贷款农业面源污染治理项目的考察[J]. 农林经济管理学报, 2022, 21(1): 10-19. [Zuo Z Y, Li Z. Risk preference, policy intervention and adoption of site-specific nutrient management technology: Based on investigation of agricultural non-point source pollution control project funded by loans from world bank [J]. Journal of Agro-Forestry Economics and Management, 2022, 21(1): 10-19.]
- [25] 江生忠, 付爽, 李文中. 农业保险财政补贴政策能调整作物种植

- 结构吗? 来自中国准自然实验的证据[J]. 保险研究, 2022, (6): 51-66. [Jiang S Z, Fu S, Li W Z. Can the agricultural insurance subsidy policy change the crop planting structure? Evidences from Chinese quasi-natural experiments[J]. Insurance Studies, 2022, (6): 51-66.]
- [26] 商迪, 李华晶, 姚珺. 绿色经济、绿色增长和绿色发展: 概念内涵与研究评析[J]. 外国经济与管理, 2020, 42(12): 134-151. [Shang D, Li H J, Yao J. Green economy, green growth and green development: Concept connotation and literature review[J]. Foreign Economics and Management, 2020, 42(12): 134-151.]
- [27] 汪凌, 邹建辉, 刘淑敏. 中国绿色经济发展水平测度、动态演进及空间效应研究[J]. 统计与决策, 2023, 39(18): 97-102. [Wang L, Zou J H, Liu S M. Measurement, dynamic evolution and spatial effect of green economy development level in China[J]. Statistics and Decision, 2023, 39(18): 97-102.]
- [28] 诸大建. 绿色经济新理念及中国开展绿色经济研究的思考[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(5): 40-47. [Chu D J. New concept of green economy and consideration of deepening green economy studies in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(5): 40-47.]
- [29] 程华, 赵祥. 政府科技资助对企业R&D产出的影响: 基于我国大中型工业企业的实证研究[J]. 科学学研究, 2008, (3): 519-525. [Cheng H, Zhao X. Effect of government science and technology subsidies on enterprise R&D output: An empirical analysis based on the large and medium-sized industry enterprise of our country[J]. Studies in Science of Science, 2008, (3): 519-525.]
- [30] 周法法, 郑义, 李军龙. 农业保险发展与农业绿色全要素生产率: 内在机制与实证检验[J]. 世界农业, 2022, (10): 70-82. [Zhou F F, Zheng Y, Li J L. Agricultural insurance and agricultural green total factor productivity: Internal mechanism and empirical test[J]. World Agriculture, 2022, (10): 70-82.]
- [31] 郝利, 韩孟华, 周连第. 1990-2007年北京市农业科技进步贡献率的测算[J]. 农业技术经济, 2010, (3): 89-96. [Hao L, Han M H, Zhou L D. Measurement of contribution rate of agricultural science and technology progress in Beijing from 1990 to 2007[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2010, (3): 89-96.]
- [32] 汪克亮, 赵斌, 丁黎黎. 经济赶超、结构转型与绿色全要素生产率[J]. 山西财经大学学报, 2021, 43(1): 15-26. [Wang K L, Zhao B, Ding L L. Economic catch-up, structural transformation and green total factor productivity[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2021, 43(1): 15-26.]
- [33] 崔兴华, 林明裕. FDI如何影响企业的绿色全要素生产率? 基于Malmquist-Luenberger指数和PSM-DID的实证分析[J]. 经济管理, 2019, 41(3): 38-55. [Cui X H, Lin M Y. How does foreign direct investment affect the green total factor productivity of enterprises? Empirical analysis based on Malmquist-Luenberger index and PSM-DID model[J]. Economic Management Journal, 2019, 41(3): 38-55.]
- [34] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745. [Wen Z L, Ye B J. Analyses of mediating effects: The development of methods and models[J]. Psychological Advances, 2014, 22(5): 731-745.]
- [35] 周京奎, 王文波, 龚明远, 等. 农地流转、职业分层与减贫效应[J]. 经济研究, 2020, 55(6): 155-171. [Zhou J K, Wang W B, Gong M Y, et al. Land transfers, occupational stratification and poverty reduction[J]. Economic Research Journal, 2020, 55(6): 155-171.]
- [36] 吕明, 黄宜, 陈蕊. 中国绿色农业区域差异性分析[J]. 农村经济, 2022, (12): 78-87. [Lv M, Huang Y, Chen R. Regional difference analysis of green agriculture in China[J]. Rural Economy, 2022, (12): 78-87.]
- [37] 漆雁斌, 韩绍葵, 邓鑫. 中国绿色农业发展: 生产水平测度、空间差异及收敛性分析[J]. 农业技术经济, 2020, (4): 51-65. [Qi Y B, Han S Y, Deng X. China's green agriculture development: Production level measurement, regional spatial difference and convergence analysis[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2020, (4): 51-65.]
- [38] 王韧, 黄渊基, 刘莹, 等. 中国省域农业保险发展水平的时空格局及影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(6): 117-125. [Wang R, Huang Y J, Liu Y, et al. Spatiotemporal pattern and the influential factors of Chinese provincial agricultural insurance[J]. Economic Geography, 2018, 38(6): 117-125.]
- [39] 张祖荣, 马岚. 我国省域政策性农业保险发展不平衡的实证分析[J]. 财经科学, 2016, (7): 20-30. [Zhang Z R, Ma L. An empirical analysis of the unbalanced development of provincial policy-oriented agricultural insurance in China[J]. Finance & Economics, 2016, (7): 20-30.]
- [40] 张东玲, 焦宇新. 农业保险、农业全要素生产率与农户家庭经济韧性[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2022, 21(2): 82-97. [Zhang D L, Jiao Y X. Agricultural insurance, total factor productivity in agriculture and the economic resilience of farm households[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2022, 21(2): 82-97.]
- [41] 李婵娟, 程欣炜. 我国省域农业保险发展水平测度与空间收敛性分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(17): 145-149. [Li C J, Cheng X W. Measurement and spatial convergence analysis on development level of provincial agriculture insurance in China[J]. Statistics and Decision-Making, 2021, 37(17): 145-149.]
- [42] 邓远远, 朱俊峰. 保护性耕作技术采纳的增产与稳产效应[J]. 资源科学, 2023, 45(10): 2050-2063. [Deng Y Y, Zhu J F. Effect of conservation tillage technology adoption on yield increasing and

2023年12月

- stabilizing[J]. *Resources Science*, 2023, 45(10): 2050–2063.]
- [43] 杨义武, 林万龙. 农业技术进步的增收效应: 基于中国省级面板数据的检验[J]. *经济科学*, 2016, (5): 45–57. [Yang Y W, Lin W L. The income-increasing effect of agricultural technology progress: A test based on China's provincial panel data[J]. *Economic Science*, 2016, (5): 45–57.]
- [44] 郭付友, 吕晓, 于伟, 等. 山东省绿色发展水平绩效评价与驱动机制: 基于 17 地市面板数据[J]. *地理科学*, 2020, 40(2): 200–210. [Guo F Y, Lv X, Yu W, et al. Performance evaluation and driving mechanism of green development in Shandong Province based on panel data of 17 cities[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(2): 200–210.]
- [45] 赵明亮, 冯健康, 孙威. 环境规制影响资源型城市绿色全要素生产率的途径与政策建议[J]. *自然资源学报*, 2023, 38(1): 186–204. [Zhao M L, Feng J K, Sun W. Ways and policy suggestions of environmental regulation on green total factor productivity in resource-based cities[J]. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(1): 186–204.]
- [46] 涂正革, 甘天琦. 中国农业绿色发展的区域差异及动力研究[J]. *武汉大学学报(哲学社会科学版)*, 2019, 72(3): 165–178. [Tu Z G, Gan T Q. Research on the regional differences and dynamic mechanism of agricultural green development in China[J]. *Wuhan University Journal (Philosophy & Social Science)*, 2019, 72(3): 165–178.]
- [47] 宋丽智, 韩晓生, 王研. 我国农业保险发展影响因素研究: 基于地区面板数据的实证分析[J]. *宏观经济研究*, 2016, (11): 122–130. [Song L Z, Han X S, Wang Y. Research on the influencing factors of agricultural insurance development in China: Empirical analysis based on regional panel data[J]. *Macroeconomics*, 2016, (11): 122–130.]
- [48] 马轶群, 孔婷婷. 农业技术进步、劳动力转移与农民收入差距[J]. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2019, 18(6): 35–44. [Ma Y Q, Kong T T. Agricultural technology progress, labor force transfer and regional rural income gap[J]. *Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition)*, 2019, 18(6): 35–44.]
- [49] 展进涛, 徐钰娇. 环境规制、农业绿色生产率与粮食安全[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(3): 167–176. [Zhan J T, Xu Y J. Environmental regulation, agricultural green TFP and grain security[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(3): 167–176.]
- [50] 陈林生, 黄莎, 李贤彬. 农业机械化对农民收入的影响研究: 基于系统 GMM 模型与中介效应模型的实证分析[J]. *农村经济*, 2021, (6): 41–49. [Chen L S, Huang S, Li X B. Research on the impact of agricultural mechanization on farmers' income: An empirical analysis based on system GMM model and mediating effect model[J]. *Rural Economy*, 2021, (6): 41–49.]

Impact of agricultural insurance on green agricultural production in China:

Based on the mediation effect of agricultural technology progress

ZHENG Jun, ZHAO Weina

(Financial School, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233000, China)

Abstract: [Objective] Under the background of comprehensive green transformation of economic and social development, encouraging and developing agricultural insurance plays an important role in promoting green agricultural production, realizing high-quality agricultural development, and promoting rural revitalization and construction in China. [Methods] Firstly, we try to construct a research framework of Cobb- Douglas production function including agricultural insurance, agricultural technology progress and green agricultural production, and theoretically analyze the channels of agricultural insurance on green agricultural production. Secondly, based on the panel data of 31 provinces in China from 2011 to 2021, the index of green agricultural production level is constructed by entropy weight method, and the mixed regression, fixed effect and random effect

and two-stage least squares method are used to empirically investigate the effect of agricultural insurance on green agricultural production by promoting agricultural technology progress. **[Results]** The study found that: (1) Agricultural insurance to promote agricultural technological progress is an important mechanism to promote green agricultural production ; the security of agricultural insurance can disperse the risks faced by agriculture, optimize the input of technical elements, eliminate traditional technologies with high pollution and high emissions, and produce substitution effects; the policy of agricultural insurance encourages farmers to pay for insurance through financial subsidies, improves the enthusiasm of farmers to grow crops, promotes the scale and mechanization of agriculture, and produces peer effects; (2) The effect of agricultural insurance on green agricultural production by promoting agricultural technological progress will show significant differences due to the different degrees of technological development in various provinces. Compared with regions with low agricultural green total factor productivity, agricultural insurance has a better effect on green agricultural production by promoting agricultural technology progress in regions with high agricultural green total factor productivity. Compared with areas with higher total power of agricultural machinery, the effect of agricultural insurance on green agricultural production by promoting agricultural technological progress is better in areas with lower total power of agricultural machinery. **[Conclusion]** The substitution effect and peer effect of agricultural insurance encourage farmers to adopt green low-carbon production technologies and facilitate agricultural green production. This article also put forward some policy recommendations, including government agencies leading the development, broadening and optimizing the participation of various parties in the development of green agriculture, and strengthening the professional and science and technology training of farmers.

Key words: agricultural insurance; agricultural technology progress; green agriculture production; substitution effect; peer effect; China