

引用格式:余威震,罗小锋,唐林,等. 土地细碎化视角下种粮目的对稻农生物农药施用行为的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(12): 2193-2204. [Yu W Z, Luo X F, Tang L, et al. Impact of grain growing objectives on the application of bio-pesticides of rice farmers from the perspective of land fragmentation[J]. Resources Science, 2019, 41(12): 2193-2204.] DOI: 10.18402/resci.2019.12.04

土地细碎化视角下种粮目的对稻农生物农药施用行为的影响

余威震^{1,2}, 罗小锋^{1,2}, 唐林^{1,2}, 黄炎忠^{1,2}

(1. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430070; 2. 湖北农村发展研究中心, 武汉 430070)

摘要:在不同土地细碎化条件下,厘清影响稻农生物农药施用行为的关键因素,对实现农药减量、保障农产品质量安全具有重要现实意义。基于2017年湖北省765份农户实地调研问卷,从追求风险最小化、利润最大化以及食品安全3个方面构建稻农生物农药施用行为多目标效用模型,实证检验不同土地细碎化条件下种粮目的对稻农生物农药施用行为的异质性影响。结果显示:①以自留口粮占比表征的种粮目的,越趋向于满足自家消费需要,稻农施用生物农药的可能性越大,且自留口粮占比每提高1%,施用生物农药的可能性会提高10.56%;②对于土地细碎化程度低(平均地块面积大于0.133 hm²)的稻农而言,种粮目的对其生物农药施用行为产生负向影响,而对于土地细碎化程度高(平均地块面积小于0.133 hm²)的稻农而言,种粮目的表现为正向影响;③稻农生物农药施用行为也会受到农药残留意识、绿色农产品重要性认知、市场风险感知以及健康水平的正向影响,以及市场风险感知的负向影响。根据研究结论提出政策建议:加快农田标准化建设,实现同质化生产,同时加快普及新型农业技术和农业发展形势,从生产源头和市场建设双管齐下。

关键词:农产品质量安全;种粮目的;土地细碎化;生物农药;门槛效应;多目标效用模型

DOI :10.18402/resci.2019.12.04

1 引言

“国以民为本,民以食为天,食以安为先”,农产品质量安全是关系到国计民生、社会和谐的重大战略问题^[1,2]。然而,因农药滥用、残留超标导致的农产品质量安全事件频频发生,严重打击了人们对农产品质量安全的信心。生产环节作为控制农产品质量的源头,农户在其中所暴露出的不规范施药行为成为了保障农产品质量安全的最大威胁^[3]。不少研究指出,当前中国农业生产中农药边际生产率近乎为零,过量施用现象非常严重^[4]。

厘清影响农户施药行为的关键因素以及如何规范农户施药行为成为了当前学术界关注的焦点。

作为理性经济人,在缺乏制度约束背景下,出于损失厌恶和对经济利润的追逐,农户往往会施用更多农药以降低减产风险^[1]。而政府通过制定约束机制与激励手段可以有效规范农户施药行为,部分学者对此基本达成共识^[5,6]。例如,Khan等^[7]研究发现,通过对农户进行施药知识普及和技术培训,可以有效降低农户过量施药的可能性。当然,不同规制政策效果存在差异,黄祖辉等^[8]研究发现,命令控制型政策措施和市场激励型政策措施对农户过量施用农药均有显著的规范效果,但是技术培训、宣传教育等宣传培训类政策措施未能起到很好的引导作用。此外,少数学者探讨了农产品安全需求对农户

收稿日期:2019-09-06,修订日期:2019-11-13

基金项目:国家社会科学基金重点项目(15AZD071);农业农村部软科学项目(2018032);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2662018YJ001)。

作者简介:余威震,男,浙江金华人,博士研究生,研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: ywz2011@163.com

通讯作者:罗小锋,男,湖北武汉人,教授,博导,研究方向为农业资源与环境经济、农业经济理论与政策。E-mail: luoxiaofeng@mail.hzau.edu.cn

规范用药行为的影响,研究发现粮食自留比的提高,可以显著减少农药使用量^[8,9]。农户的个体特征和经营特征也是学者们关注的重点,受教育年限、种植经验、性别、家庭收入、农业收入占比等多个因素,均已被证实对农户施药行为具有显著影响^[10-12]。

相较于传统的化学农药,生物农药具有选择性强、不易产生抗药性、污染小的产品优势,理应成为保护生态环境、保障农产品质量安全的重要途径,然而其市场占有率却不足10%^[13]。农户不仅对生物农药认知程度低、对施用效果持怀疑态度^[4],还表现出施用意愿与行为的严重悖离,多数具有施用意愿的农户并未转化为实际行为^[14]。同时,一项针对湖北省稻农的调查发现,在2016年仅有20.75%的样本农户实际施用了生物农药^[9]。施用生物农药具有正外部性和长期收益的特征,与农户追求短期利益的目标存在一定距离,导致农户缺乏施用生物农药的动机^[15],而施用过程复杂、生物农药价格偏高以及效果不确定等现实问题进一步阻碍了实际施用行为的发生^[16,17]。

纵观既有相关文献,学术界对规范农户用药行为作出了诸多有益探索,主要从两方面展开:一是从外部环境规制出发,强调外部行为的约束和引导,主张利用政府、市场采取相关手段规范农户施药行为^[3];二是从内在行为动机出发,通过提高农户对施用效果、施用方式、长期收益的认知水平,实现农户安全生产的自主性^[4]。面对市场上农产品质量安全的威胁,作为拥有生产者和消费者双重属性的农户,越来越倾向于采取“为市场而生产”和“为生活而生产”的差别化生产方式^[18],兼顾利润最大化和食品安全的目标效用追求,而这是否会影响到农户的施药行为?更为关键的是,中国土地细碎化程度在近些年虽有所降低,但仍处于较高水平^[19],而这是是否会为农户差别化生产提供一定便利条件?较少研究关注到了这一点。

因此,本文利用2017年湖北省水稻种植户实地调研数据,尝试完成以下工作:首先,借鉴黄炎忠等^[9]和刘莹等^[20]的多目标效用模型,首次将种粮目的、土地细碎化共同纳入模型,构造稻农生物农药施用行为理论分析框架;进而实证检验种粮目的、土地细碎化对稻农生物农药施用行为的影响机理;最后,利用门槛效应模型,探讨不同土地细碎化程度下种

粮目的对稻农生物农药施用行为作用机制的异质性。从土地细碎化视角深化食品安全目标与农户安全用药行为的研究,可为提高政府部门农产品质量安全政策执行效率提供经验借鉴。

2 理论分析框架

2.1 理论分析

基于经济人假设,稻农的理性行为决策均是在追求效用最大化的前提下完成的。随着经济社会的复杂化和多样化,稻农所面临的生产目标由单一的追求利润最大化,逐渐转向为经济利润最大化、风险最小化等多目标均衡^[20]。在借鉴相关学者^[9,20]的多目标效用模型基础上,考虑到土地细碎化会影响稻农利润最大化和风险最小化目标的实现,并置于农产品质量安全问题日益突出的背景下,提出本文稻农生物农药施用行为总效用模型:

$$\text{Max} U = \alpha U(f_1) + \beta U(f_2) + \gamma U(f_3) \quad (1)$$

式中: $U(f_1)$ 、 $U(f_2)$ 、 $U(f_3)$ 分别表示稻农在追求利润最大化、风险最小化以及食品安全3个目标的效用函数; α 、 β 、 γ 分别为各目标效用函数的权重,且满足 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

(1)利润最大化目标下,土地细碎化增加了施药过程中的劳动投入。与施用化学农药一样,施用生物农药同样需要土地(S)、资本(K)和劳动力(L)等基本要素投入,但考虑土地细碎化程度之后,具体施用何种农药所需的要素投入数量会发生变化,主要表现为劳动力投入的增加。土地细碎化程度越高,表明同等规模下地块越分散、来往于各地块之间需要更多的时间。相较于化学农药,生物农药产品性质特殊,不能与多种杀菌类农药混合施用,且对施用时的温度、光照、湿度等外界环境有更高要求^[21]。在有限的病虫害治理时间内,土地细碎化程度的提高,使得稻农选择施用生物农药时需更多的劳动投入,例如雇工、购买社会化服务。因此,将 $L(\cdot)$ 定义为关于土地细碎化程度(LF)的劳动力投入函数,且满足 $\partial L / \partial s > 0$ 和 $\partial L^2 / \partial s < 0$,并构造出稻农施药行为的成本收益函数:

$$f_1 = \text{Max} \pi = TR - TC = p_i q_i - \omega_1 S - \omega_2 K - \omega_3 L(LF) \quad (2)$$

式中: π 表示水稻种植净收益; TR 表示水稻生产总收入; TC 表示水稻生产总成本; p_i 、 q_i 分别表示第 i 个样本水稻销售价格和水稻产量; ω_1 、 ω_2 、 ω_3 分别表示土

2019年12月

地、资本、劳动力的价格; S 、 K 、 L 则表示对应的土地、资本和劳动力投入的数量。

(2)风险最小化目标下,土地细碎化降低了稻农施药行为决策的独立性,增加了潜在的技术风险。为便于分析,不妨做一个简单假设,稻农A和稻农B耕地相邻,且均存在施用生物农药和化学农药2种选择。由于生物农药作用缓慢,当稻农A施用生物农药、稻农B施用化学农药时,稻农A的耕地将“被迫”成为农业害虫的“避难地”^[22],病虫害未得到有效治理。此时,稻农A和稻农B两者的施药行为存在一个博弈(表1)。

现实中“有效”和“无效”状态并不完全存在,更多的是处于两者之间,而具体水平如何则取决于稻农对相邻地块施药行为外部性大小的认知情况。事实上,表1所列的是在相邻地块施药行为为外部性非常大情形下的博弈结果。对于稻农A而言,若稻农B选择生物农药,则稻农A既可以选择生物农药也可以选择化学农药;若稻农B选择化学农药,则稻农A只有选择化学农药时是最优的。因此,在无法确定稻农B到底施用何种农药的前提下,出于风险最小化的考虑,稻农A选择施用化学农药是最优策略。与此相对的是,当相邻地块施药行为的外部性非常小时,稻农A便有可能愿意施用生物农药来生产优质农产品。

当然,技术风险不仅包括土地细碎化带来相邻地块施药行为的外部影响,也包括技术属性所造成的施用方式不熟悉、病虫害治理效果不确定等方面的风险。此外,稻农生物农药施用行为也面临着市场风险和制度风险。因此,可以得出稻农施药行为风险函数为:

$$f_2 = \text{MinRisk}_h = a_1 \text{Risk}_1 + a_2 \text{Risk}_2 + a_3 \text{Risk}_3(\cdot) \quad (3)$$

式中: $\text{Risk}_h(h=1,2,3)$ 分别表示市场风险、制度风险

和技术风险; a_1 、 a_2 和 a_3 表示相应权重,且满足 $a_1+a_2+a_3=1$ 。 $\text{Risk}(\cdot)$ 表示关于相邻地块施药行为为外部性感知(EI)的技术风险函数。

(3)食品安全目标下,既作为生产者也作为消费者的稻农,为保障家庭成员食品安全,往往会选择留下一部分粮食作为口粮,剩余部分才进行市场销售。由此可以推断,在越来越重视食品安全、追求高品质生活的今天,若稻农种植水稻主要是为满足自家需求,其施用生物农药的概率必然会更高。出于不同种粮目的,稻农安全农产品生产行为也存在一定差异。因此,将食品安全目标函数 $f_3(\cdot)$ 定义为自留口粮占比(r)的函数,即:

$$f_3 = f(r), \quad 0 \leq r \leq 1 \quad (4)$$

综合以上各目标效用函数,得到稻农生物农药施用行为的总效用模型:

$$\text{Max} U = \alpha(p_i q - \omega_1 S - \omega_2 K - \omega_3 L(LF)) + \beta(a_1 \text{Risk}_1 + a_2 \text{Risk}_2 + a_3 \text{Risk}_3(EI)) + \gamma f(r) \quad (5)$$

基于上述分析,一方面由于生物农药的产品性质,土地细碎化会增加施药过程中农业劳动力的投入数量,从而对稻农施用生物农药产生抑制影响;另一方面,土地细碎化所衍生出的外部性,即相邻地块施药行为的可能影响,会降低稻农施药行为的独立性,在不确定情况下为实现风险最小化,稻农更倾向于选择传统农药。与此相对,在农产品质量安全事件频发的市场环境中,为满足自家口粮安全和对高品质生活的追求,稻农会选择绿色、安全的生产方式,即施用生物农药来生产安全农产品。由此,提出研究假说H1-H3:

H1:土地细碎化程度越高,稻农施用生物农药的概率越低。

H2:相邻地块施药行为为外部性影响越大,稻农施用生物农药的概率越低。

H3:种粮目的越趋向于满足自家口粮需求,稻农施用生物农药的概率越高。

出于利润最大化目标追求,稻农通过大量投入化肥、农药等化学品增加产量,获取更高收入,同时盲目过激的生产行为也导致稻农对市场上农产品质量的信赖程度严重不足^[23]。随着经济条件的不断改善,农村家庭越来越关注食品安全问题。作为拥有生产者和消费者“二元”身份特征的稻农,为满足

表1 稻农A与稻农B施药行为博弈矩阵

Table 1 Game matrix of bio-pesticide application behavior between farmer A and farmer B

| | | 稻农B | |
|-----|------|------|------|
| | | 生物农药 | 化学农药 |
| 稻农A | 生物农药 | 1, 1 | 0, 1 |
| | 化学农药 | 1, 0 | 1, 1 |

注:1和0分别表示病虫害治理“有效”和“无效”两种状态。

自身对质量安全的追求,往往会选择在自留口粮的耕地上施用生物农药,进而表现出“为市场而生产”和“为生活而生产”的差别化生产方式^[18]。土地细碎化程度的提高,意味着地块数量越多、地块越零碎分散,尽管这会增加劳动投入、降低生产效率,但在一定程度上增强了耕地的空间可分性,即不同地块在空间位置上存在一定距离而便于区分,利于稻农在不同地块上作出不同施药行为选择,从而实现利润最大化目标和食品安全目标的均衡。但是,当土地细碎化程度较低时,耕地的集中连片加大了空间可分性的难度,受限于家庭劳动力数量不足、同一地块施用不同农药繁琐复杂,甚至会面临因治理效果不佳造成减产。因此,即使存在口粮安全需求,但必须考虑家庭基本的经济收入,尤其对于大规模种植、以农业收入为主的稻农家庭,即仍旧选择传统化学农药以降低风险。由此提出假说H4:

H4:在不同土地细碎化程度下,种粮目的对稻农生物农药施用行为作用存在差异。

H4a:当土地细碎化程度较高时,种粮目的越趋向于满足自家口粮需求,稻农施用生物农药的概率越高。

H4b:当土地细碎化程度较低时,种粮目的对稻农生物农药施用行为作用不再显著。

2.2 变量选取与描述性统计分析

(1)核心变量。①土地细碎化程度,用于衡量的常见指标有辛普森指数、土地块数、地块平均面积等^[24],受限于数据,无法获得每一块耕地数据,无法计算辛普森指数,以后2个为主。其中,将地块平均面积取倒数处理,可更为直接地反映土地细碎化程度;土地块数变量则用于模型稳健性检验,同时加入耕地面积变量进行控制。②土地细碎化的外部性影响,由于生产时间相对集中以及土地细碎化造成的耕地与其他农户耕地紧密相连,稻农生产行为决策是基于自身特征禀赋与周围人行为的综合表现^[25],因此选择相邻地块影响作为表征。③自留口粮占比,是指稻农留下作为口粮的粮食数量占当年总产量的比例,以此客观反映稻农不同的种植目的。

(2)控制变量。主要包括4个维度:绿色认知、风险因素、成本收益以及个体特征。①绿色认知方

面,稻农的行为决策会受到其所处的外部环境的影响,而影响如何则取决于稻农对资源环境、食品安全问题的认知情况^[26],选取了农药残留意识、绿色农产品重要性认知和面源污染了解程度3个变量。②风险因素方面,基于前文分析,稻农施药行为面临3方面的风险,即制度风险、技术风险以及市场风险。③成本收益方面,主要选取了种植收益和成本支出2个变量。④个体特征方面,主要选取了户主年龄、健康水平、文化程度以及农业技术培训4个变量,用以反映稻农基本素质。此外,为控制地区间不可观测的文化习俗、自然气候等因素,对样本地区同样进行了控制。具体变量选取以及各变量均值、标准差见表2。

2.3 模型构建

基于前文理论分析,本文需要构建2个实证模型,即 Binary Logistic 回归模型和门槛回归模型,以识别影响稻农生物农药施用行为的关键因素,并验证不同土地细碎化程度下种粮目的对稻农生物农药施用行为的异质性影响。模型具体说明与构建如下所示:

(1)Binary Logistic 回归模型。由于本文中稻农生物农药施用行为属于典型的二分类变量,构建 Binary Logistic 模型进行实证分析。基本模型如下:

$$\text{prob}(\text{bio-apply}=1|LF, EI, RA, X) = \varphi(\beta_1 LF + \beta_2 EI + \beta_3 RA + \gamma X) \quad (6)$$

式中:bio-apply表示稻农施用生物农药行为,bio-apply=1表示稻农施用了生物农药;LF、EI、RA分别表示土地细碎化程度、相邻地块影响和自留口粮占比;X表示控制变量,主要包括农药残留意识、绿色农产品重要性认知、面源污染了解程度、制度风险、技术风险、市场风险、农业技术培训、户主年龄、健康水平、文化程度、种植收益、成本支出、地区虚拟变量; β 、 γ 分别为对应变量的系数估计量; $\varphi(\cdot)$ 表示逻辑分布的概率函数。

(2)门槛回归模型。在不同土地细碎化背景下,种粮目的与稻农生物农药施用行为之间关系可能并不是一成不变的。基于前文分析,借鉴Hanson^[27]提出可用于截面数据的门槛回归模型,检验是否存在一个“转折点”。其基本形式为:

$$\begin{aligned} y_i &= \theta_1' x_i + \varepsilon_i, & q_i &\leq \gamma \\ y_i &= \theta_2' x_i + \varepsilon_i, & q_i &> \gamma \end{aligned} \quad (7)$$

表2 变量定义及描述性分析

Table 2 Variable definition and descriptive statistics

| 变量名 | 定义及赋值 | 均值 | 标准差 |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|
| 因变量 | | | |
| 生物农药施用行为 | 是=1;否=0 | 0.161 | 0.368 |
| 核心变量 | | | |
| 土地细碎化程度 | 以地块平均面积的倒数表示 | 0.949 | 0.637 |
| 耕地面积 | 以实际耕地面积表示/hm ² | 0.583 | 0.600 |
| 土地块数 | 以实际耕地块数表示/块 | 6.066 | 4.483 |
| 相邻地块影响 | 非常小=1;较小=2;一般=3;较大=4;非常大=5 | 2.222 | 1.164 |
| 自留口粮占比 | 以自留口粮占总粮食产量的百分比表示/% | 0.378 | 0.335 |
| 控制变量 | | | |
| 农药残留意识 | 是=1;否=0 | 0.391 | 0.488 |
| 绿色农产品重要性认知 | 非常小=1;较小=2;一般=3;较大=4;非常大=5 | 3.821 | 0.852 |
| 面源污染了解程度 | 非常小=1;较小=2;一般=3;较大=4;非常大=5 | 2.650 | 1.050 |
| 制度风险 | 非常小=1;较小=2;一般=3;较大=4;非常大=5 | 3.540 | 0.938 |
| 技术风险 | 非常小=1;较小=2;一般=3;较大=4;非常大=5 | 2.703 | 1.019 |
| 市场风险 | 是=1;否=0 | 0.790 | 0.408 |
| 农业技术培训 | 是=1;否=0 | 0.101 | 0.301 |
| 户主年龄 | 以户主实际年龄为准/岁 | 57.752 | 10.168 |
| 健康水平 | 非常差=1;较差=2;一般=3;较好=4;非常好=5 | 3.626 | 0.998 |
| 文化程度 | 以实际受教育年限为准/年 | 6.334 | 3.379 |
| 种植收益 | 以水稻单产与销售价格乘积反映/(千元/hm ²) | 17.842 | 5.215 |
| 成本支出 | 以单位面积农业总支出反映/(千元/hm ²) | 13.034 | 29.788 |
| 地区变量 | 黄冈=1,天门=2,随州=3,荆州=4,武汉=5 | 3.124 | 1.405 |

式中: y_i 和 x_i 分别表示因变量和解释变量; q_i 表示门槛变量,根据对应的门槛值 γ 将样本分成2组; θ_1 和 θ_2 则分别表示2组样本的回归系数; ε_i 表示随机干扰项。进一步地,定义虚拟变量 $d_i(\gamma)=\{q_i \leq \gamma\}$,其中, $\{\cdot\}$ 为指示函数,并令 $x_i(\gamma)=x_i d_i(\gamma)$,因此门槛回归模型简化为:

$$y_i = \theta_1 x_i + \theta_2 x_i(\gamma) + \varepsilon_i \quad (8)$$

最后,利用最小二乘估计法,估计得到相应门槛值 γ ,并通过“自举法”(Bootstrap),计算 Bootstrap P 值,进行门槛回归模型显著性的检验,具体步骤详见 Hanson^[27]。

3 数据来源及描述分析

3.1 数据来源

本文数据源于课题组2017年7—8月在湖北省武汉、黄冈、荆州、随州以及天门共5个地市进行的农户实地调研。调查区域的选择主要基于以下两方面考虑:一是,样本地区在湖北省水稻生产中占有较高份额,2016年样本地区稻谷产量占湖北省总

产量的44.58%;二是,样本地区基本涵盖湖北省各种地形特征,其中武汉和黄冈属于鄂东丘陵地形,荆州和天门地处江汉平原,随州属于鄂北岗地地形,较为全面地反映了不同地形特征下水稻的生产种植情况。调研形式以“一对一访谈式”为主,同时为保证数据真实性,事先告知农户若配合调查将会获得一份小礼物。基于随机抽样原则,在每个地市随机选择2~4个乡镇,每个乡镇随机选取2~4个村,最终共调查了17个乡镇45个村,共计1116份农户调查问卷。因本文聚焦于水稻种植户,考虑到不同作物农户施药行为存在差异,剔除未种植水稻样本292个。另外剔除关键变量缺失样本59个,最终获得可用样本765个。

3.2 样本描述分析

基于765个有效样本数据,调查结果(表3)显示:户主年龄方面,以50~70岁之间为主(66.27%),农业劳动力老龄化现象突出。在受教育年限方面,不足6年的占总样本的59.87%,在6~9年之间的同样占

表3 样本农户的基本情况

Table 3 Basic information of the sample farming households

| 变量 | 选项 | 样本数 | 百分比/% | 变量 | 选项 | 样本数 | 百分比/% |
|---------|-------|-----|-------|----------|---------|-----|-------|
| 户主年龄/岁 | ≤40 | 37 | 4.84 | 家庭总人口/人 | ≤3 | 183 | 23.92 |
| | 41~50 | 149 | 19.48 | | 4~6 | 439 | 57.39 |
| | 51~60 | 275 | 35.95 | | ≥7 | 143 | 18.69 |
| | 61~70 | 232 | 30.32 | 健康水平 | 很差 | 11 | 1.44 |
| | >70 | 72 | 9.41 | | 较差 | 110 | 14.38 |
| 受教育年限/年 | ≤6 | 458 | 59.87 | | 一般 | 181 | 23.66 |
| | 7~9 | 233 | 30.46 | | 较好 | 315 | 41.17 |
| | 10~12 | 63 | 8.23 | | 很好 | 148 | 19.35 |
| | >12 | 11 | 1.44 | 家庭总收入/万元 | ≤5 | 379 | 49.54 |
| 兼业情况 | 是 | 595 | 77.78 | | (5,10] | 265 | 34.64 |
| | 否 | 170 | 22.22 | | (10,15] | 77 | 10.07 |
| 农业技术培训 | 是 | 77 | 10.07 | | (15,20] | 29 | 3.79 |
| | 否 | 688 | 89.93 | | >20 | 15 | 1.96 |

到了30.46%,这反映出当前农业生产经营主体文化程度整体偏低。在兼业方面,有77.78%的样本农户在过去一年有过外出务工经历,随着市场经济的快速发展和农业收入增速放缓,越来越多的农户开始选择外出务工增加家庭收入。但从家庭总收入情况来看,高收入样本仍较少,以10万以下的样本居多(84.18%)。在农业技术培训方面,仅有10.07%的农户参加过相关技术培训,这可能与当前湖北省农技推广体系改革有关,采取“以钱养事”的方式开展相关工作,导致普通农户较少接触到技术培训。在家庭总人口方面,以4~6人的农户家庭为主,占总样本的57.39%。在健康水平方面,半数以上的农户(60.53%)认为自身健康水平较好。

4 结果与分析

4.1 稻农生物农药施用行为分析

为进一步了解在不同土地细碎化程度和农产品质量安全需求的条件下,稻农生物农药施用行为现状和分布特征,本文以平均地块面积是否大于

0.067 hm²和0.133 hm²,以及自留口粮占比(*RA*)是否大于50%,进行样本划分并交叉列联表分析(表4)。从横向比较来看,随着土地细碎化程度的降低,即平均地块面积越大,稻农施用生物农药的比例逐渐上升,分别从3.47%、19.71%上升至21.18%、50.00%。从纵向比较来看,无论土地细碎化程度如何,自留口粮占比大于50%的稻农组施用生物农药的比例均高于自留口粮占比小于50%的稻农组,表明土地细碎化程度、农产品质量安全需求确实会影响到稻农生物农药施用行为。

4.2 稻农生物农药施用行为影响因素分析

多重共线性检验结果显示,各变量方差膨胀因子(*VIF*)平均值为1.55,最大值为3.74,均远小于10。除了利用Logit模型,还包括线性概率模型(*OLS*)进行实证检验。回归结果如表5所示,其中第(2)、(3)列报告了Logit模型估计的平均边际效应,第(4)、(5)列为线性概率模型(*OLS*)的变量系数。整体来看,控制变量的选取对估计结果没有明

表4 土地细碎化、种粮目的与稻农生物农药施用行为现状

Table 4 Land fragmentation, grain growing objectives, and the application of bio-pesticides of rice farmers

| 选项 | 平均地块面积≤0.067hm ² | | 0.067 hm ² <平均地块面积<0.133 hm ² | | 平均地块面积≥0.133 hm ² | |
|----------------|-----------------------------|--------|---|--------|------------------------------|--------|
| | 未施用 | 施用 | 未施用 | 施用 | 未施用 | 施用 |
| <i>RA</i> ≤50% | 167 | 6 | 187 | 38 | 134 | 36 |
| | 96.53% | 3.47% | 83.11% | 16.89% | 78.72% | 21.18% |
| <i>RA</i> >50% | 110 | 27 | 36 | 8 | 8 | 8 |
| | 80.29% | 19.71% | 81.82% | 18.18% | 50.00% | 50.00% |

2019年12月

表5 稻农生物农药施用行为影响因素回归结果

Table 5 Regression results of influencing factors of bio-pesticide application of rice farmers

| 变量 | (1)Logit | (2)Logit | (3)OLS | (4)OLS |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 土地细碎化程度 | -0.1019*** (0.0335) | -0.0930*** (0.0318) | -0.0671*** (0.0239) | -0.0656*** (0.0235) |
| 相邻地块影响 | -0.0115 (0.0113) | -0.0084 (0.0118) | -0.0115 (0.0114) | -0.0097 (0.0120) |
| 自留口粮占比 | 0.0882* (0.0511) | 0.1056** (0.0501) | 0.0828* (0.0501) | 0.1006** (0.0499) |
| 农药残留意识 | | 0.0578** (0.0267) | | 0.0577** (0.0281) |
| 绿色农产品重要性认知 | | 0.0315* (0.0165) | | 0.0294* (0.0165) |
| 面源污染了解程度 | | 0.0551*** (0.0121) | | 0.0663*** (0.0131) |
| 制度风险感知 | | 0.0112 (0.0151) | | 0.0082 (0.0154) |
| 技术风险感知 | | -0.0035 (0.0126) | | -0.0045 (0.0132) |
| 市场风险感知 | | -0.0535* (0.0296) | | -0.0708** (0.0341) |
| 农业技术培训 | | -0.0423 (0.0418) | | -0.0475 (0.0466) |
| 户主年龄 | | -0.0012 (0.0014) | | -0.0009 (0.0014) |
| 健康水平 | | 0.0328** (0.0139) | | 0.0349** (0.0138) |
| 文化程度 | | -0.0043 (0.0041) | | -0.0035 (0.0041) |
| 种植收益 | | 0.0000 (0.0000) | | 0.0000 (0.0000) |
| 成本支出 | | 0.0000 (0.0000) | | 0.0000 (0.0000) |
| 地区控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 765 | 765 | 765 | 765 |
| 卡方值(调整R ²) | 44.57*** | 100.91*** | 0.0506 | 0.1010 |

注: *、**、***分别表示通过10%、5%、1%水平下的显著性检验;括号内为相应标准误。

显影响,从一个侧面表明核心变量的解释力具有较强稳健性,后文分析以Logit模型结果而展开。

核心变量中,土地细碎化程度对稻农生物农药施用行为起到显著负向影响,其平均边际效应值为-0.0930,表明土地细碎化程度每提高一个单位,稻农施用生物农药的概率会降低9.30%,假说H1得到验证。与前文理论分析相一致,家庭耕地越细碎化,表明地块越分散,由于施用生物农药时对光照、温度等外部条件有更为严格的要求^[21],在有限的病虫害治理时间内,稻农必须通过雇工、购买社会化服务等方式来实现病虫害的有效治理,而现实中表现出的农业劳动力结构性不足、社会化服务稀缺等约束条件^[28],最终抑制了稻农施用生物农药的积极性。自留口粮占比对稻农生物农药施用行为起到显著正向影响,其平均边际效应值为0.1056,说明自留口粮占比每提高一个单位,稻农施用生物农药的概率增加10.56%,假说H3也得到验证。这不难理解,当种粮目的越趋向于满足自家口粮消费需求时,稻农在施药行为决策时会优先考虑食品安全问题,尤其是在信息完全对称的前提下,追求食品安

全的目标效用将会直接表现为施用绿色安全农药^[17],即主动选择低毒低残留的生物农药。需要指出的是,相邻地块影响未能通过显著性检验,假说H2未能得到验证。可能的原因是,稻农固有的思维定式,导致在施药后未能达到理想防治效果时,直接将原因归结于农药质量问题,未考虑到相邻地块施药行为的影响,缺乏对这一问题的有效认知,进而造成该变量对生物农药施用行为影响不显著。

在控制变量中,农药残留意识、绿色农产品重要性以及面源污染了解程度对稻农生物农药施用行为均起到显著正向作用。当农户意识到由于粗放式农业生产方式所带来的生态环境恶化、食品安全事件频出等诸多后果时,在追求更高品质生活的大背景下,无论是出于保护环境角度考虑,还是为了保障“舌尖上的安全”,稻农均会选择施用生物农药等绿色技术作为一种响应,逐步实现人地和谐。此外,市场风险感知对稻农生物农药施用行为起到显著负向影响,由于当前中国农产品标准化市场建设尚处于初级阶段,市场价格机制无法有效发挥作用^[1],缺乏实现优质优价的良好市场环境,很大程度

阻碍了稻农采取绿色技术来生产优质农产品。健康水平对稻农生物农药施用行为同样具有显著正向影响,但是考虑到健康水平变量可能内生,究竟是健康水平越高,进而越有更好的身体条件去学习施用生物农药,还是因为施用生物农药,使得稻农身体相对健康,为此对该变量不作更多解读。

4.3 稻农施药行为影响因素模型的稳健性检验

为进一步检验土地细碎化、种粮目的对稻农生物农药施用行为影响的稳健性,选择了多种策略进行稳健性检验。其一,替换变量,将核心变量土地细碎化程度替换成土地块数,并同时加入耕地面积以对总种植面积进行控制,排除因耕地面积少导致土地块数少的可能情形所带来的内生性问题。其二,替换样本,考虑到样本中部分稻农年龄超过70周岁,对生物农药等新技术的认知和学习能力有限,从而可能导致样本调查数据失真,因此以年龄在70周岁以下的子样本进行相同回归。其三,替换模型,采用Probit模型替代Logit模型进行回归。结果均显示(表6),土地细碎化程度负向影响稻农生物农药施用行为,且种粮目的正向影响稻农生物农药施用行为,相关结论具有较强的参考价值。

4.4 土地细碎化的门槛效应

基于门槛效应模型,探讨不同土地细碎化程度下种粮目的对稻农生物农药施用行为影响机制的差异性。结果显示,土地细碎化程度存在一个门槛值,为0.50,以此为界将765个样本分为两组:土地细碎化程度低组和土地细碎化程度高组,样本量分别为186个和579个。进一步根据门槛效应检验结

果可知,以土地细碎化程度作为门槛变量的LM检验值及Bootstrap *P*值分别为44.3669和0.0002,表明在1%水平下土地细碎化程度可以成为影响种粮目的与稻农施药行为关系的门槛变量。

表7汇报了土地细碎化程度作为门槛变量的回归结果,其中第(1)、(3)列为门槛效应模型直接得出的变量系数,第(2)、(4)列则是按照门槛值将全样本划分后,利用Logit模型所得的平均边际效应。结果显示,在不同土地细碎化程度下,种粮目的对稻农生物农药施用行为的作用机制发生转变。以OLS模型结果为例,当土地细碎化程度低于0.5时,自留口粮占比对稻农生物农药施用行为起到显著负向作用;而当土地细碎化程度高于0.5时,自留口粮占比则表现出显著正向作用。由此可以推断:首先,对于细碎化程度较高的稻农而言,土地细碎化为实现耕地空间可分性创造了便利条件,易于在不同地块上作出不同安排,当种粮目的越趋向于满足自家口粮消费需求时,可通过在部分地块施用生物农药来兼顾利润最大化和食品安全的多目标效用追求。其次,当土地细碎化程度降低到一定水平时(本文中的门槛值0.50,即平均地块面积0.133 hm²),种粮目的越趋向于口粮消费需求,稻农施用生物农药的概率越低。耕地相对集中连片加大了空间位置上可分的难度,对稻农实行差别化生产起到了一定抑制作用。进一步,通过对土地细碎化程度低的186个样本进行分类后发现,仅有16个样本自留口粮占比超过50%,平均耕地面积为0.261 hm²。对于小规模稻农而言,当自留口粮占比越高时,出于保

表6 稻农生物农药施用行为影响因素的稳健性检验

Table 6 Robustness test of influencing factors of bio-pesticide application of rice farmers

| 变量 | (1)替换变量 | (2)替换样本 | (3)替换模型 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Logit | Logit | Probit |
| 土地细碎化程度 | — | -0.0910*** (0.0336) | -0.0891*** (0.0292) |
| 土地块数 | -0.0160*** (0.0049) | — | — |
| 耕地面积 | 0.0072*** (0.0022) | — | — |
| 相邻地块影响 | -0.0085 (0.0119) | -0.0093 (0.0128) | -0.0078 (0.0120) |
| 自留口粮占比 | 0.0892* (0.0514) | 0.1130** (0.0539) | 0.1131** (0.0507) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 765 | 693 | 765 |
| 伪 <i>R</i> ² | 0.1558 | 0.1467 | 0.1481 |
| 卡方值 | 105.15*** | 93.23*** | 99.95*** |

表7 土地细碎化程度门槛回归结果^①

Table 7 Regression results of threshold of land fragmentation degree

| 变量 | 土地细碎化程度低 | | 土地细碎化程度高 | |
|-------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | (1)OLS | (2)Logit | (3)OLS | (4)Logit |
| 自留口粮占比 | -0.1963* (0.1042) | -0.4959* (0.2846) | 0.0962* (0.0489) | 0.0902* (0.0486) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 186 | 182 | 579 | 579 |
| 卡方值 | — | 60.59*** | — | 70.48*** |
| 调整(伪) R^2 | 0.3014 | 0.3010 | 0.1221 | 0.1528 |

注:由于土地细碎化程度低样本中属于天门地区的样本仅为4个,因样本量过少,模型估计时自动剔除,因此观测值为182个。

证产量的考虑,更可能选择施用低风险、低成本的传统农药。其余的170个样本,平均耕地面积达到1.068 hm²,以此样本进行Logit模型回归后发现(限于篇幅,结果未列出),自留口粮占比的平均边际效应为-0.4100,但未通过显著性检验。这一结论,从侧面验证了对于大规模稻农而言,耕地的相对集中阻碍了其实行差别化生产,而出于逐利心理往往同样选择化学农药,假说H4得到验证。这也给我们一定启示:通过土地流转、农田标准化建设实现耕地的集中连片,促使农户生产的农产品实现同质化,结合市场建设、宣传教育等方式,最终实现以传统施药方式下生产的普通农产品向科学施药方式(如施用生物农药)下生产的优质农产品的转变。

5 结论与政策启示

5.1 结论

在农产品质量安全问题越来越受到重视,而土地细碎化仍处于一个较高水平的现实背景下,利用湖北省2017年765份农户实地调研数据,探讨土地细碎化、种粮目的对稻农生物农药施用行为的影响,并进一步检验在不同土地细碎化条件下种粮目的与稻农行为关系的差异,得出以下结论:

(1)稻农生物农药施用行为受到多因素的共同影响。具体而言,土地细碎化程度越高,稻农施用生物农药的可能性越小,而当种粮目的越趋向于满足自家口粮需要时,施用生物农药的可能性更高。同时,农药残留意识、绿色农产品重要性认知、面源

污染了解程度以及健康水平均起到了显著正向作用,而市场风险则表现出显著负向影响。利用替换变量、替换模型、替换样本等多种稳健性检验策略后,各模型结果基本一致,表明以上结论具有较强的可信度。

(2)不同土地细碎化程度下,种粮目的对稻农生物农药施用行为的作用机制存在差异。当土地细碎化程度较高时(平均地块面积小于0.133 hm²),稻农为兼顾利润最大化和食品安全的目标追求,随着自留口粮占比的增大,其施用生物农药的可能性越高。但当土地细碎化程度较低时(186个样本),自留口粮占比却表现出负向影响,且进一步对该组样本进行细分,其中170个样本的自留口粮占比低于50%,以此样本回归后结果不再显著,说明当土地较为集中、且粮食种植以销售为主要目的时,稻农施用生物农药行为不再显著。最终,从侧面验证了土地细碎化通过影响耕地空间可分程度,从而影响稻农实行差别化生产的可能性,在利润最大化目标或食品安全目标的权衡抉择下作出了不同选择。

5.2 政策启示

基于上述相关结论,提出以下几点政策启示:

(1)加快农田标准化建设,实现农产品规模化、同质化生产。通过土地置换、土地平整以及土地流转市场等方式,在同村内尽量实现以家庭为单位的土地集中连片,降低土地细碎化程度,以创造同质化生产的外部条件,推动农产品安全生产。

① 需要说明的是,门槛效应模型适用于面板数据,经Hanson等^[27]进一步拓展,提出适用于截面数据的理论模型和命令语句(Stata软件),但仅限于线性回归。不过,也有研究指出,不管采用OLS模型还是Logit模型,并不会对变量系数的方向和显著性产生影响^[29]。因此,在OLS回归基础上,利用2组子样本数据分别进行Logit回归,结果基本一致。

(2)加大宣传教育力度,普及新型农业技术和农业发展形势。通过发放宣传手册、建立示范基地等方式,加深农户对生物农药产品特性、施用方式的认知,同时适当普及当前中国农业发展所面临严峻的生态环境形势,增强农户环境危机意识,自发参与绿色农产品生产与生态环境保护行动中。

(3)从生产源头和市场建设双管齐下,保障农产品安全。在执行相关政策或具体推进某一行动时,强调精准施策、分类施策,事先应通过农业收入占比、种植面积、个体特征等方面对农户进行细致划分,充分考虑不同类型农户种植需求来制定政策目标和执行方式,提高资源利用效率。同时,加快制定和完善地方农产品市场管理体系、质量监管体系、产品认证体系,尽快实现农产品优质优价,保护生产者、消费者等各方主体利益。

本文从种粮目的视角探讨了影响稻农施用生物农药行为的关键因素,并进一步讨论了在不同土地细碎化背景下种粮目的对稻农施药行为影响的差异性,所得结论对保障农产品安全生产具有一定的实际意义。但是,受限于数据的不足,仅仅以是否施用过生物农药来反映,无法从地块层面考察稻农的施药行为,难以对稻农是否在不同地块,包括以口粮生产为主的和以生产销售为主的地块,施用不同农药进行区分,这也将是今后研究中值得进一步深入考虑的问题。

参考文献(References):

- [1] 王建华, 马玉婷, 李俏. 农产品安全风险治理中政府行为选择及其路径优化: 以农产品生产过程中的农药施用为例[J]. 中国农村经济, 2015, (11): 54-62. [Wang J H, Ma Y T, Li Q. Governmental behavior choice in controlling safety risks of agricultural products and ways for its improvement[J]. Chinese Rural Economy, 2015, (11): 54-62.]
- [2] 李昊, 李世平, 南灵, 等. 中国农户环境友好型农药施用行为影响因素的Meta分析[J]. 资源科学, 2018, 40(1): 74-88. [Li H, Li S P, Nan L, et al. A Meta-analysis of farmers' environment-friendly pesticide application behavior in China[J]. Resources Science, 2018, 40(1): 74-88.]
- [3] 黄祖辉, 钟颖琦, 王晓莉. 不同政策对农户农药施用行为的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(8): 148-155. [Huang Z H, Zhong Y Q, Wang X L. Study on the impacts of government policy on farmers' pesticide application behavior[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(8): 148-155.]
- [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, (8): 17-29. [Zhu D, Kong X, Gu J P. The irrational equilibrium of farmer's households' overusing pesticide[J]. Chinese Rural Economy, 2014, (8): 17-29.]
- [5] Keener L, Nicholsonkeener S M, Koutchma T. Harmonization of legislation and regulations to achieve food safety: US and Canada perspective[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2014, 94(10): 1947-1953.
- [6] Zhao L, Wang C, Gu H, et al. Market incentive, government regulation and the behavior of pesticide application of vegetable farmers in China[J]. Food Control, 2017, 85: 308-317.
- [7] Khan M, Mahmood H Z, Damalas C A. Pesticide use and risk perceptions among farmers in the cotton belt of Punjab, Pakistan[J]. Crop Protection, 2015, 67(1): 184-190.
- [8] 吕新业, 李丹, 周宏. 农产品质量安全当议: 农户兼业与农药施用行为: 来自湘赣苏三省的经验证据[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2018, 35(4): 69-78. [Lv X Y, Li D, Zhou H. Discussion on quality and safety of agricultural products: Concurrent business and pesticide application behavior: Evidence from Hunan, Jiangxi and Jiangsu provinces[J]. China Agricultural University Journal of Social Sciences Edition, 2018, 35(4): 69-78.]
- [9] 黄炎忠, 罗小锋. 既吃又卖: 稻农的生物农药施用行为差异分析[J]. 中国农村经济, 2018, (7): 63-78. [Huang Y Z, Luo X F. "Both to eat and sell": An analysis of biological pesticides application behaviors of different rice farmers[J]. Chinese Rural Economy, 2018, (7): 63-78.]
- [10] Isin S, Yildirim I. Fruit-growers' perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: The case of Kermali, Turkey[J]. Crop Protection, 2007, 26(7): 917-922.
- [11] Skevas T, Stefanou S E, Lansink A O. Can economic incentives encourage actual reductions in pesticide use and environmental spills?[J]. Agricultural Economics, 2012, 43(3): 267-276.
- [12] Jallow M F A, Awadh D G, Albaho M S, et al. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait [J]. Science of the Total Environment, 2017, 574: 490-498.
- [13] 邱德文. 生物农药的发展现状与趋势分析[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 679-684. [Qiu D W. Analysis of the development situation and trends of biological pesticides in China[J]. Chinese Journal of Biological Control, 2015, 31(5): 679-684.]
- [14] Pray C E, Nagarajan L. Innovation and Research by Private Agribusiness in India[R]. IFPRI Discussion Papers, 2012, 01181: 43.
- [15] 郭利京, 王少飞. 基于调节聚焦理论的生物农药推广有效性研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(4): 126-134. [Guo L J, Wang S F. Promotion effectiveness of biological pesticide based on the regulation focusing theory[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(4): 126-134.]

2019年12月

- [16] Laurance W F, Sayer J, Cassman K G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2014, 29(2): 107–116.
- [17] 姜利娜, 赵霞. 农户绿色农药购买意愿与行为的悖离研究: 基于5省863个分散农户的调研数据[J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(5): 163–173. [Jiang L N, Zhao X. A study on paradox between farmers' purchasing willingness and purchasing behavior of green pesticides: Based on 863 farmers' survey data from five provinces in China[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(5): 163–173.]
- [18] 徐立成, 周立, 潘素梅. “一家两制”: 食品安全威胁下的社会自我保护[J]. *中国农村经济*, 2013, (5): 32–44. [Xu L C, Zhou L, Pan S M. “One family, two ways”: Social self-production under the threat of food safety[J]. *Chinese Rural Economy*, 2013, (5): 32–44.]
- [19] 纪月清, 顾天竹, 陈奕山, 等. 从地块层面看农业规模经营: 基于流转租金与地块规模关系的讨论[J]. *管理世界*, 2017, (7): 65–73. [Ji Y Q, Gu T Z, Chen Y S, et al. The efficiency of scale and plot level: A discussion base on the relationship between rent rate and transferred plot[J]. *Management World*, 2017, (7): 65–73.]
- [20] 刘莹, 黄季焜. 农户多目标种植决策模型与目标权重的估计[J]. *经济研究*, 2010, 45(1): 148–157. [Liu Y, Huang J K. A multi-objective decision model of farmers' crop production[J]. *Economic Research Journal*, 2010, 45(1): 148–157.]
- [21] 赵毅, 黎娟, 贺红周. 生物农药应用现状及发展建议[J]. *现代农业科技*, 2010, (3): 217–218. [Zhao Y, Li J, He H Z. Application status and development suggestion of biological pesticide[J]. *Modern Agricultural Sciences and Technology*, 2010, (3): 217–218.]
- [22] 陈奕山, 钟甫宁, 纪月清. 农户兼业对水稻杀虫剂施用的影响[J]. *湖南农业大学学报(社会科学版)*, 2017, 18(6): 1–6. [Chen Y S, Zhong F N, Ji Y Q. The effect of peasants' off-farm employment on the application of rice insecticide[J]. *Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences)*, 2017, 18(6): 1–6.]
- [23] 刘彦随, 吴传钧. 农业持续发展研究进展及其理论[J]. *经济地理*, 2000, (1): 63–68. [Liu Y S, Wu C J. Theories and progress of study on sustainable agricultural development[J]. *Economic Geography*, 2000, (1): 63–68.]
- [24] 纪月清, 熊鼎白, 刘华. 土地细碎化与农村劳动力转移研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(8): 105–115. [Ji Y Q, Xiong X B, Liu H. Land fragmentation and the transfer of rural labor[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(8): 105–115.]
- [25] 王全忠, 周宏. 稻作制度选择、种植业结构调整及农户决策独立性检验[J]. *农林经济管理学报*, 2016, 15(2): 133–143. [Wang Q Z, Zhou H. Farmers' switch of planting pattern from double-cropping to single-cropping rice, structure adjustment and individual decision-making testing[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2016, 15(2): 133–143.]
- [26] 余威震, 罗小锋, 李容容, 等. 绿色认知视角下农户绿色技术采纳意愿与行为悖离研究[J]. *资源科学*, 2017, 39(8): 1573–1583. [Yu W Z, Luo X F, Li R R, et al. The paradox between farmer willingness and their adoption of green technology from the perspective of green cognition[J]. *Resources Science*, 2017, 39(8): 1573–1583.]
- [27] Hansen E. Sample splitting and threshold estimation[J]. *Econometrica*, 2010, 68(3): 575–603.
- [28] 郭庆海. 小农户: 属性、类型、经营状态及其与现代农业衔接[J]. *农业经济问题*, 2018, (6): 25–37. [Guo Q H. Small farmers: Attribute, type, status of management and the way of embedding modern agriculture[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2018, (6): 25–37.]
- [29] Ferrer-carbonell A, Frijters P. How important is methodology for the estimates of the determinants of happiness?[J]. *Economic Journal*, 2010, 114(497): 641–659.

Impact of grain growing objectives on the application of bio-pesticides of rice farmers from the perspective of land fragmentation

YU Weizhen^{1,2}, LUO Xiaofeng^{1,2}, TANG Lin^{1,2}, HUANG Yanzhong^{1,2}

(1. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Hubei Rural Development Research Center, Wuhan 430070, China)

Abstract: Under different conditions of land fragmentation, it is of great practical significance to clarify the key factors that affect the application of biological pesticides by rice farmers to reduce the amount of pesticides and ensure the quality and safety of agricultural products. Based on 765 field survey questionnaires of farming households in Hubei Province in 2017, a multi-objective utility model of rice farmers' bio-pesticide application behavior was constructed from the three aspects of risk minimization, profit maximization, and food safety, to empirically test the heterogeneous influence of grain growing objectives on rice farmers' bio-pesticide application behavior under different land fragmentation conditions. The results show that: first, using the indicator of percentage of grain production for self-consumption, the more likely the products are to meet their own consumption needs, the greater the possibility that farming households would apply biological pesticides. Moreover, the possibility of applying biological pesticides will increase by 10.56% for every 1% increase in the proportion of self-reserved grain ration. Second, for rice farmers with a low degree of land fragmentation (the average plot area is greater than 0.133 hm²), the purpose of grain growing has a negative impact on the application of biological pesticides, while for rice farmers with a high degree of land fragmentation (the average plot area is less than 0.133 hm²), the purpose of grain growing shows a positive impact. Third, the application of biological pesticides by rice farmers is also positively affected by the awareness of pesticide residues, the awareness of the importance of green agricultural products, market risk perception and health level, as well as negatively affected by market risk perception. According to the conclusions, we put forward the following policy suggestions: the government should accelerate the construction of farmland standardization to realize homogeneous production, and accelerate the popularization of new agricultural technologies and agricultural development situation, and ensure the quality of agricultural products from both the source of production and market construction.

Key words: quality and safety of agricultural products; grain growing purpose; land fragmentation; bio-pesticides; threshold effect; multi-objective utility model