

既吃又卖：稻农的生物农药施用 行为差异分析*

黄炎忠 罗小锋

摘要：本文在考虑中国众多中小规模稻农对生产稻谷“既吃又卖”的现实背景下，将食品安全纳入农户的多目标效用函数，探讨不同类型稻农生物农药施用行为的差异及其影响因素。研究发现：第一，同一稻农对用于“吃”和用于“卖”两部分稻谷生产的施药行为具有一致性，稻农生物农药施用比例较低，但对生物农药施用效果的评价普遍较高。第二，不同类型稻农的生物农药施用行为存在差异，口粮型稻农的生物农药施用比例高于利润型稻农。第三，稻农的口粮生产动机促进其生物农药施用行为，且口粮型稻农与利润型稻农生物农药施用行为的影响因素存在较大差异。口粮型稻农的生物农药施用行为受其食品安全重要性认知、农产品销售过程中有质检与户主受教育程度的正向影响。利润型稻农的生物农药施用行为受遵照说明施药能力、有区域品牌和口碑、农药施用成本、政府监管和种植规模的正向影响，受水稻单产收益的负向影响。

关键词：稻农 商品化率 生物农药 食品安全 绿色农业

中图分类号：F323.3 **文献标识码：**A

一、引言

化学农药的使用在提高农产品产量和节约农业劳动投入方面发挥了重要作用，但其高毒性、易残留、难降解的特征以及带来的病虫抗药性等问题，不仅严重危害了人类健康、造成了生态污染，还阻碍了农产品国际贸易。生产和消费绿色安全农产品已然成为目前市场的重要发展方向（Zanardi et al., 2015）。生物农药的合成原料直接来源于自然界生物产生的天然活性物质、生物活体或者天然物质的化学成分及其衍生结构，是最理想的绿色农药品种（邱德文，2015），在保障农产品质量安全与人类健康等方面优于化学农药，顺应了自然界和人类社会发展的规律，迎合了21世纪农业可

*本文研究获得国家社会科学基金重点项目“我国农村绿色发展问题研究”（项目编号：15AZD071）、国家自然科学基金重点项目“现代农业科技发展创新体系研究”（项目编号：71333006）、农业农村部软科学项目“小农户参与农业绿色发展机制研究”（项目编号：2018032）的资助。感谢匿名审稿人的宝贵意见，感谢张俊鹰老师和何可老师在写作过程中给予的指导和帮助，当然，文责自负。本文通讯作者：罗小锋。

持续发展的要求（Hokkanen and Hajek, 2003；傅新红、宋汶庭，2010）。

随着恶性、突发的食品安全事件屡遭曝光，食品安全问题备受消费者关注。现今农村甚至出现很多“新自留地”现象，农户将大田里施过化肥、洒过农药的蔬果粮食卖到城市，而小块“新自留地”里的“土菜”“笨果”则自己食用^①。同一个行为主体，为何在生产过程中将自己食用的农产品与用于销售的农产品进行不同的“处理”？水稻作为中国的主要粮食作物，其农户生产具有两个明显的特点：一是中小规模水稻种植户仍然较多；二是稻农生产的稻谷会自己食用一部分并卖掉另一部分。那么，水稻生产是否也和蔬菜瓜果一样存在“新自留地”现象？中国目前稻谷年消费总量的85%以上是由国内农户生产的，而农户作为农产品的初级生产商，其生产过程中对不安全农药的施用是造成农产品质量安全和农业面源污染的主要原因之一（王永强、朱玉春，2012）。因此，促进稻农生产过程中的绿色安全农药施用行为，对于保障国民健康与国家粮食安全有着至关重要的意义。

国内外学者对农户农药施用行为的研究较为丰富，其研究内容主要围绕以下几个方面展开：一是农户农药施用的现状。施用农药是农户控制病虫害风险的最常见手段（米建伟等，2012），但现阶段中国农户在安全农药品种选择、农药施用频率和农药施用量三个方面普遍存在不规范施药行为现象（黄祖辉等，2016；王建华等，2014），并且施药者自身安全也受到极大威胁（蔡键，2014）。二是农药施用效率的测算。周曙东、张宗毅（2013）认为，农药施用效率是判断农药是否施用过量的重要指标，但总是在生产函数中被学者忽视。而且农药区别于土地、劳动和化肥等其它直接生产要素，是一种损害控制性投入，只会在病虫害发生时起到作用，因此，传统的C-D生产函数和二次生产函数等模型都高估了农药的边际生产率（朱淀等，2014a）。三是农户对生物农药的认知、施用意愿和施用行为。农户生物农药的施用意愿和施用行为往往具有一致性（傅新红、宋汶庭，2010）。但姜利娜、赵霞（2017）研究发现，农户绿色生物农药的施用意愿和施用行为之间存在较大差异，愿意施用的样本农户中有68%并没有真实的施用行为。其本质原因是，农户对生物农药在保护生态环境、食品安全等方面的正向认知与对其施用复杂、效果不确定、价格较高等负向认知发生冲突（郭利京、赵瑾，2017）。四是农户施用生物农药的影响因素。首先，施用生物农药具有正外部性和长期效益，这与农户的短期私人效益并不统一（郭利京、王少飞，2016）。其次，农户生物农药施用行为也受到很多内在和外在因素的影响。内在因素主要包括两个方面：①农户对生物农药认知不足，知识技能缺乏（Khan and Damalas, 2015）；②生物农药技术成本较高、产量不稳定（王建华等，2014；朱淀等，2014b）。外在因素也包括两个方面：①政府宣传、培训活动缺失以及制度不完善（王建华等，2015）；②市场监管、农产品可追溯体系和产品识别等方面存在不足（朱淀等，2014a）。

从已有的文献资料来看，学术界已对农户施药行为的理论模型进行了有益探索，并积极开展了实证研究。现有文献主要有以下两个切入点：一是基于“理性”农户生产利润最大化假设，运用相应的成本收益理论构建农户农药施用及其影响因素模型（例如朱淀等，2014a）；二是基于农户风险

^①资料来源：《新华时评：“新自留地”现象警示食品安全》，http://www.gov.cn/jrzq/2013-06/18/content_2428590.htm。

规避理论，从生产的技术风险和市场风险出发，探讨农户农药施用行为决策（例如黄季焜等，2008；米建伟等，2012；Gong et al., 2016）。现有文献大多将农户视为单纯地追求稳定收益或最大化收益的生产者，食品质量安全仅作为扩大生产者利润的一个因素，这很容易忽视农户作为消费者的回避消费风险行为，导致模型估计结果有偏。而且随着社会经济发展水平的提升，人们的生产观念和消费观念会发生很大转变，追求利润并非农户的唯一生产目标（刘莹、黄季焜，2010），食品安全作为农户又一个新的生产目标，不应该被农户生产行为决策模型所忽视。

因此，本文将借鉴以往学者的丰硕研究成果，尝试完成以下工作：首先，基于中国众多稻农既是生产者又是消费者的事实，以水稻种植中的生物农药施用为例，将食品安全纳入农户多目标效用函数；其次，对存在“既吃又卖”行为的稻农进行划分和对比，解析不同类型稻农的生物农药施用行为差异；最后，探究不同类型稻农生物农药施用行为的主要影响因素。

二、理论分析框架与研究假说

（一）农户生产多目标效用理论

多目标效用理论最先由 Robison 等人提出（参见 Robison, 1982），后经过学者们的不断完善，逐渐被应用于农户生产决策行为研究。该理论主要强调农户在生产过程中是追求多个目标的，能够更准确地反映农户的真实行为。假设生产者同时具有 N 个生产目标， C_n 为第 n 个目标的满足程度（ $n = 1, 2, 3, \dots, N$ ），则多目标期望效用可表达为：

$$\text{Max } E[U(C_1, C_2, C_3, \dots, C_N)] \quad (1)$$

同时，（1）式在保证各目标间独立性的情况下，满足效用函数可加性条件，也即：

$$U(C_1, C_2, C_3, \dots, C_N) = \sum_{n=1}^N w_n f_n(C_n) \quad (2)$$

（2）式中， w 为各目标权重，满足条件 $\sum_n w_n = 1$ 。

农户的主要生产目标往往有三个：追求利润、降低风险和减少劳动力投入（刘莹、黄季焜，2010）。本文研究的稻农施药行为选择^①在农业劳动力消耗上并无太大差异，但在食品质量安全方面存在典型差异特征，因此，本文将食品安全效用目标纳入稻农生产的多目标效用函数，并假定稻农生产过程中将考虑三个目标：追求利润、降低风险和满足食品安全效用。

在实现最大化利润目标的情况下，稻农的生产利润函数可表示为：

$$f_1 = \text{Max } \pi = P_q Q_1 - P^* X^* - \sum_{j=1}^J P_j X_j \quad (3)$$

（3）式中， π 表示利润， P_q 、 P^* 、 P_j 分别表示稻谷出售价格、农药价格和其他生产要素价

^①稻农施药行为选择是本文研究的重点，指稻农选择施用化学农药或生物农药。下文中，“稻农的农药施用行为”也是此意。

格， Q_1 为稻谷销售量， X^* 为农药投入量， X_j 为其他生产要素投入量。在既定的生产条件下，假定稻农选择施用化学农药或生物农药时其他生产投入物成本（ $\sum_{j=1}^j P_j X_j$ ）相同，则稻农实现利润最大化目标的决定因素为农药施用成本（ $P^* X^*$ ）和农产品收益（ $P_q Q_1$ ）。

在实现最小化风险目标的情况下，稻农选择化学农药或生物农药面临的的风险主要有技术风险和 市场风险（朱淀等，2014b），本文分别用 R_1 和 R_2 表示；同时，用 a_i 表示稻农对两种风险的不同关注程度，且满足： $a_1 + a_2 = 1$ 。技术风险指生物农药替代化学农药后由操作难度大或施用效果不佳带来的减产风险，一般以技术实施的实际效果来测度（郭利京、王少飞，2016）。市场风险包含使用化学农药后因残留可能面临的产品滞销或使用生物农药可能存在的柠檬市场效应。本文借鉴李世杰等（2013）的研究，以农产品销售的难易程度来反映市场风险。由此，稻农的最小化风险目标可表示为：

$$f_2 = \text{Min Risk} = a_1 R_1 + a_2 R_2 \quad (4)$$

食品安全指消费者所消费的产品在短期和长期内都不会对人体健康造成危害，稻农的食品安全效用是指其对所消费稻谷的质量安全的满意程度。即使对于同质的农产品，不同的农户在消费时也可能获得不同的食品安全效用。因此，在稻农施药行为过程中，食品安全重要性认知和农药残留危害认知是决定稻农食品安全效用水平的关键（王建华等，2015；杨柳、邱力生，2014）。据此，稻农的食品安全效用表达式如下：

$$\begin{cases} f_3 = f(Q_2, Cp, Cf) \\ \text{s.t. } Q = Q_1 + Q_2 \end{cases} \quad (5)$$

(5) 式中， Q_2 表示稻农用于“吃”的稻谷总量， Q 表示稻农的稻谷总产量， Cp 表示稻农的农药残留危害认知， Cf 表示稻农的食品安全重要性认知。

基于以上各目标效用函数，将 (3) ~ (5) 式代入 (2) 式，可得到稻农的农药施用行为总效用函数：

$$\begin{aligned} U &= w_1 f_1 + w_2 f_2 + w_3 f_3 \\ &= w_1 (P_q Q_1 - P^* X^* - \sum_{j=1}^j P_j X_j) + w_2 (a_1 R_1 + a_2 R_2) + w_3 f(Q_2, Cp, Cf) \\ &= \alpha_1 P_q Q_1 - \alpha_2 P^* X^* + \alpha_3 R_1 + \alpha_4 R_2 + \alpha_5 f_3 + \alpha_0 \end{aligned} \quad (6)$$

(6) 式中， α_i 表示某个未知的定值，该值随着样本稻农的不同而改变。由 (6) 式可知，稻农的农药施用行为与农产品收益、农药施用成本、市场风险、技术风险、稻农的食品安全重要性认知

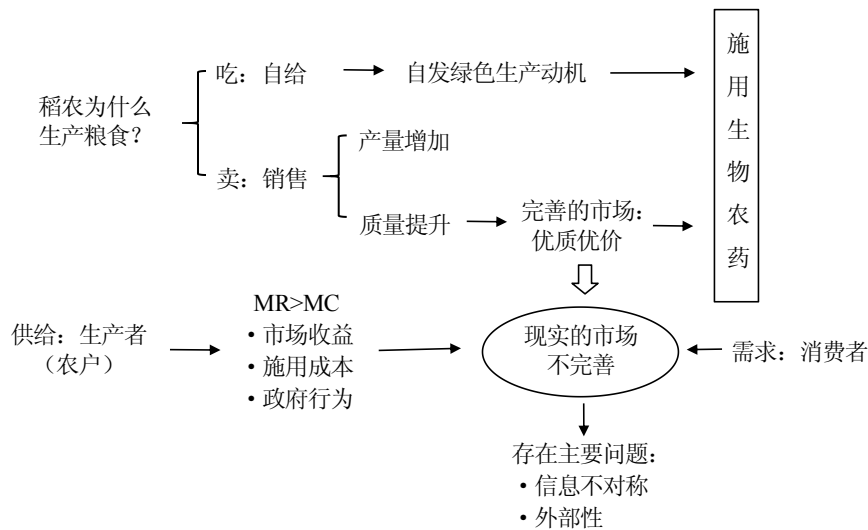
以及农药残留危害认知存在直接关联。据此，本文提出如下研究假说：

H1：稻农的最大化利润目标、最小化风险目标和食品安全效用目标使其生物农药施用行为受到农产品收益、农药施用成本、市场风险、技术风险、稻农的食品安全重要性认知以及农药残留危害认知的影响。

（二）稻农种粮目的分化及其生物农药施用行为

结合稻农生产的稻谷“既吃又卖”的现实背景，不同程度“吃”和“卖”的稻农所关注的目标效用（特别是利润最大化和食品安全效用）各有所倚重。黄文彬等（2017）研究认为，在农业现代化进程中，农户会根据种粮目的的不同而分化为口粮型农户和利润型农户^①。本文采用类似的方法，按照稻谷的商品化率（用字母 r 表示）将稻农划分为两种类型：一类是以稻谷生产满足口粮需要目的为主的“口粮型稻农”（ $0 \leq r \leq 0.5$ ）；另一类是以稻谷生产增收达到利润最大化目标为主的“利润型稻农”（ $0.5 < r \leq 1$ ）。那么，在食品安全备受关注的当下，不同类型的稻农将做出什么样的农药施用行为决策呢？

虽然口粮型稻农与利润型稻农都存在不同程度的“吃”与“卖”，但稻谷商品化率低的口粮型稻农更多地关注“吃”，以此来满足自身的食品安全效用，而稻谷商品化率高的利润型稻农更多地关注“卖”，以此来获得更大的市场利润，两种情形下农户的目标效用函数有所差异。稻农在两种生产目标下的生物农药施用行为如图 1 所示。稻农在“吃”的目标下的绿色农产品生产动机可以认为是自发产生的（傅新红、宋汶庭，2010），在“卖”的目标下的绿色农产品生产动机则主要依赖于优质优价的市场原则而产生。



^①黄文彬等（2017）指出，随着农村土地流转和劳动力分化，按种粮目的可将种粮农户划分为“口粮型”“就业型”和“利润型”。本文认为，“就业型”农户是“口粮型”农户和“利润型”农户的过渡形态，因此提出两种固定形态的农户类型。

图1 “既吃又卖”稻农的生物农药施用行为

对于口粮型稻农，其生产的大部分稻谷都供自己食用，只有很少一部分用于市场交易。而且区别于市场交易中存在的“信息不对称”，稻农食用的稻谷由自己生产，信息是完全对称的，稻农对食品安全效用的追求直接反映在是否施用绿色安全农药的行为上（姜利娜、赵霞，2017）。因此，稻农为了获得足够数量和有品质保障的粮食，生产绿色安全稻谷的动机将自发产生。此时，稻农的食品安全重要性认知和农药残留危害认知是影响其生物农药施用行为的主要因素，这两种食品安全重要性认知和农药残留危害认知不足将直接导致稻农的不安全用药行为（王永强、朱玉春，2012）。此外，农户的施药行为偏差和操作不当也是引发农产品安全风险的直接原因（Asselt et al., 2010），生物农药技术的采纳往往对农户的人力资本水平具有较高的要求（王建华等，2014），农户具备的能力越强，生物农药技术推广的障碍就越小（傅新红、宋汶庭，2010）。因此，在不考虑市场因素的情况下，稻农能否读懂并按照使用说明施用生物农药以及稻农的食品安全重要性认知和农药残留危害认知，对其生物农药施用行为具有重要影响。

对于利润型稻农，其对市场的依赖程度较高。追求利润动机不仅会提升稻农的施药效率（周曙东、张宗毅，2013），而且为了规避市场交易过程中质检环节带来的经济损失风险，也会促进稻农的生物农药施用行为（李世杰等，2013）。生物农药在水稻增产性能提升方面并不比化学农药更具有优势，因此，优质优价的市场原则成为稻农选择施用生物农药的驱动力，而优质优价的市场原则实现的保障条件就是完善的绿色农产品市场环境（Zanardi et al., 2015）。但不可否认的事实是，中国现阶段绿色农产品市场体系并不完善，存在两个主要问题：一是农产品市场信息不对称（王建华等，2015）；二是生物农药施用的外部性（严立冬，2009）。解决绿色农产品信息不对称问题的常用手段就是构建农产品品牌、农产品可追溯体系和农产品质量检测体系（王常伟、顾海英，2013），而政府行为是解决农业生产外部性最适用的方法（黄祖辉等，2016）。因此，有理由认为，品牌建设、市场产品质检以及政府监管对稻农的生物农药施用行为具有影响^①。

据此分析可知，无论是口粮型稻农还是利润型稻农，随着绿色农产品市场的不断完善，在绿色食品的市场消费者需求不断扩大的现实背景下，口粮型稻农和利润型稻农的农药施用行为将会朝着绿色安全的方向转变。据此，本文提出如下研究假说：

H2: 在中国目前的市场环境下，与利润型稻农相比，口粮型稻农较有可能施用生物农药，且口粮型稻农的生物农药施用行为较易受到认知与能力因素的影响，利润型稻农的生物农药施用行为较易受到成本收益因素和市场监管因素的影响。

此外，部分学者也从其他角度对农户施药行为的影响因素进行了解析，发现户主年龄、户主受教育程度和种植规模（毛飞、孔祥智，2011；杨柳、邱力生，2014），对农药施用者进行相关的安

^①样本区域水稻生产过程的农产品可追溯体系尚不完善。政府行为一般可分为：补贴和减税的正向激励，罚款和增税的反向激励，禁止和管制的限制激励。由于生物农药补贴的对象大多为生产企业，在政府行为方面稻农的农药选择一般只涉及高毒违禁农药品种由政府监管。

全农产品生产宣传教育和技术培训（Epstein and Bassein, 2003; 黄祖辉等, 2016），以及是否参加合作社组织（朱淀等, 2014b）等，都在一定程度上影响着农户的施药行为。

结合农户生产多目标效用理论和“既吃又卖”稻农的生物农药施用行为分析，本文从农户认知与能力因素、成本收益因素、风险因素、市场管制因素和控制变量 5 个方面构建稻农生物农药施用行为影响因素模型（见图 2），相关指标选取详见下文的分析。

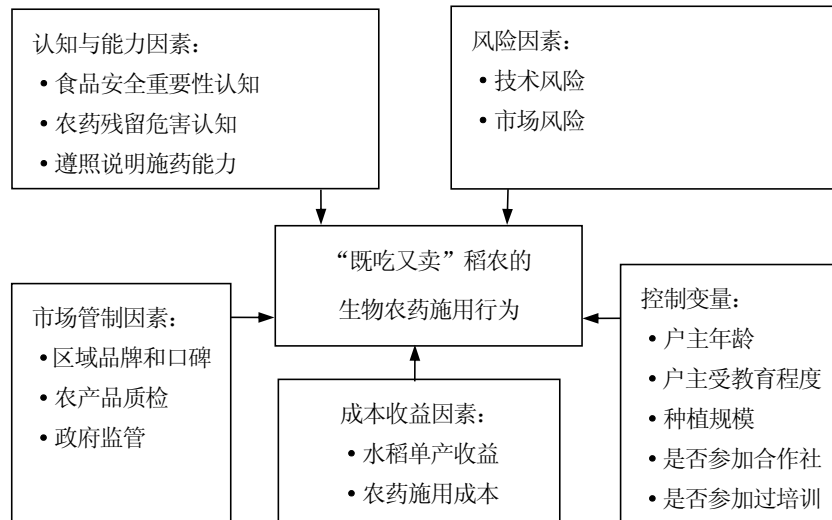


图 2 “既吃又卖”稻农的生物农药施用行为影响因素模型

三、数据来源与样本统计分析

（一）数据来源

本文研究所用数据来源于 2017 年 7~9 月课题组在湖北省开展的农户调查。数据的采集主要以接受过多次培训的调查员与样本农户面对面访谈的形式来填制问卷表格，避免了农户自行填写表格或农户对问卷理解差异带来的偏误。依据分层随机抽样原则从湖北农村发展研究中心的农村固定观察点中依次选取黄冈市、荆州市、随州市、天门市和武汉市，在每个市（区）随机抽取 3~4 个乡镇，再从各乡镇分别抽取 2~3 个村落作为样本村。本次调查共随机抽取 1200 个样本农户，并最终获得 1116 份有效问卷。为了使研究更加合理精确，本文研究聚焦于典型口粮作物——水稻。因此，本文排除了总样本中非稻农 292 户，得到最终 824 户样本稻农^①。

（二）样本基本特征

从表 1 可知：①种植水稻的大多为受教育程度较低的中老年人。户主年龄在 25~80 岁之间不等，

^①水稻种植样本户共计 824 户，具体分布为：黄冈市（浠水县竹瓦镇、浠水县清泉镇、黄州区安居街道）共 198 户，荆州市（沙市区岑河镇、监利县毛市镇、监利县上车湾镇、监利县红城乡）共 263 户，随州市（曾都区浙河镇、随县安居镇、曾都区万店镇）共 201 户，武汉市（新洲区李集镇、新洲区旧街街道、新洲区辛冲街道）共 150 户，天门市（张港镇、侨乡经济开发区）共 12 户。

其中以 50~70 岁者居多，占样本总量的 67.48%。户主受教育程度大多停留在小学阶段，受教育程度为高中及以上的仅有 9.95%。②样本户的水稻种植面积呈现中小规模特征，水稻种植面积为 5 亩以下的样本户数量较多。耕地排灌条件还有待改善，有 49.27% 的样本稻农认为自家耕地的排灌条件一般。耕地质量“一般”的样本户居多，占比为 42.11%。③稻农的食品安全重要性认知水平普遍较高。认为食品安全“比较重要”和“非常重要”的样本稻农合计占样本总量的 68.57%。以上统计结果均较为符合中国南方农业的发展现状，从事中小规模农业生产的稻农数量依然较多，而且稻农对食品安全的认知和关注程度越来越高。

表 1 样本农户的基本特征

特征	分类	频数	百分比 (%)	特征	分类	频数	百分比 (%)
户主年龄	40 岁以下	36	4.37	耕地质量	非常差	13	1.58
	40~50 岁	126	15.29		比较差	198	24.03
	50~60 岁	279	33.86		一般	347	42.11
	60~70 岁	277	33.62		比较好	246	29.85
	70 岁及以上	106	12.86		非常好	20	2.43
户主受教育程度	文盲	89	10.80	排灌条件	较差	406	49.27
	小学	402	48.79		一般	168	20.39
	初中	251	30.46		较好	250	30.34
	高中及以上	82	9.95	食品安全重要性认知	非常不重要	6	0.73
水稻种植面积	5 亩以下	404	49.03		不太重要	47	5.70
	5~10 亩	214	25.97		一般	206	25.00
	10~15 亩	111	13.47		比较重要	370	44.90
	15 亩及以上	95	11.53	非常重要	195	23.67	

四、稻农生物农药施用行为现状分析

(一) 生物农药的施用及其评价

通过对稻农的施药品种进行统计分析可知：样本户中不存在未施用农药的情况，其中，仅施用生物农药的有 158 户，仅施用化学农药的有 653 户，既施用化学农药又施用生物农药的有 13 户。本文发现：其一，稻农生物农药施用比例较低，施用生物农药的样本稻农仅占样本总量的 20.75%；其二，在稻农种植中大多只施用一种农药，“新自留地”现象在水稻生产中并不常见。结合调查地区的实际情况来看，可能的原因是，目前水稻“双改单”现象极为常见，稻农施药时段大多集中在晴朗、高温的季节^①，加上较少的家庭劳动力资源使得稻农很难对用于自家食用和用于销售的水稻区别对待；而且在口粮种植的地块选择过程中，稻农无法确认哪块耕地将可能遭受更大的病虫害，而保持施药行为一致在一定程度上可以避免这种风险的发生。

^①湖北省双季稻种植时段一般分别为 4 月中旬至 7 月下旬和 8 月上旬至 11 月上旬，施药时段大多在春秋两季；但单季稻种植时段一般为 5 月上旬至 8 月下旬，施药时段大多在夏季，晴朗高温的天气增加了施药难度。

那么，生物农药在水稻生产过程中到底表现如何呢？施用过生物农药的稻农的评价结果更能客观地反映出生物农药的真实情况，因此，本文通过问卷中的“您对生产过程中生物农药的施用效果评价”问题，对 171 位施用过生物农药稻农的施用效果评价数据进行了统计分析（见图 3）。从图 3 可发现，稻农对生物农药施用效果的评价普遍较高，其中，认为“比较好”和“非常好”的样本合计占到 80.12%。

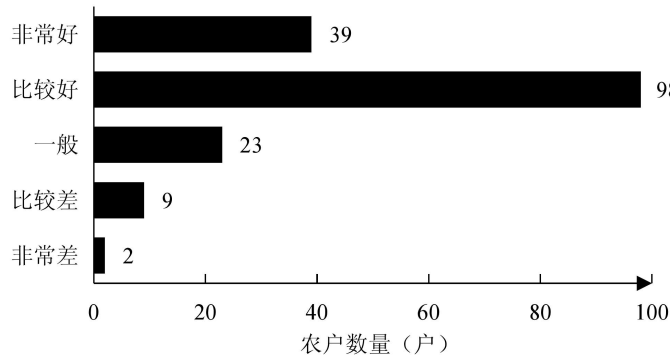


图 3 稻农对生物农药施用效果的评价

(二) 不同类型稻农生物农药施用行为的差异

为了探究不同类型稻农农药施用行为的差异，本文运用 SPSS19.0 软件对口粮型和利润型两类稻农是否施用生物农药做了交叉项 Pearson 卡方检验。统计结果显示，口粮型稻农的生物农药施用比例为 22.78%，利润型稻农的生物农药施用比例为 17.74%，口粮型稻农的生物农药施用比例高于利润型稻农（见表 2）。卡方检验结果（ $p=0.052$ ）表明，口粮型稻农和利润型稻农的生物农药施用行为存在显著差异。

表 2 不同类型稻农的生物农药施用行为选择

稻农类型	未施用生物农药		施用生物农药	
	频数	百分比 (%)	频数	百分比 (%)
口粮型稻农	217	77.22	64	22.78
利润型稻农	436	82.26	94	17.74
Pearson 检验 χ^2	2.974*			

注：①为保证在不同施药行为上样本稻农的可区分性，表 2 剔除了同时施用化学农药和生物农药的 13 个样本稻农；②*表示卡方值通过 10% 的显著性水平检验。

接下来，本文以稻谷商品化率为横坐标，以稻农的食品安全重要性认知（非常不重要=1，不太重要=2，一般=3，比较重要=4，非常重要=5）为纵坐标，分析不同商品化率下稻农的食品安全重要性认知（见图 4）。从图 4 可见，稻农的食品安全重要性认知程度都较高，且利润型农户较为明显。

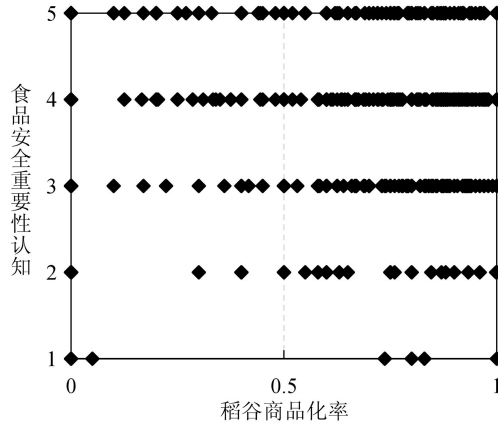


图4 不同商品化率下稻农的食品安全重要性认知分布

注：“◆”表示样本稻农的分布。

五、稻农生物农药施用行为影响因素分析

(一) 模型选择

稻农是否选择施用生物农药为二分变量，因此，本文构建二元 Logistic 回归模型进一步探析稻农生物农药施用行为的影响因素。模型中， Y 为因变量，定义为： $Y = 1$ ，表示稻农施用生物农药； $Y = 0$ ，表示稻农未施用生物农药。 x 为自变量，表示可能影响稻农生物农药施用行为的因素。则二元 Logistic 模型可表示为：

$$P(Y = 1 | x_{1m}, x_{2m}, \dots, x_{im}) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1m} + \beta_2 x_{2m} + \dots + \beta_i x_{im})}} \quad (7)$$

对 (7) 式进行运算和对数转换得到：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1m} + \beta_2 x_{2m} + \dots + \beta_i x_{im} + \varepsilon_m \quad (8)$$

(8) 式中， p 表示稻农施用生物农药的概率， i 为不同的影响因素， m 表示不同的稻农样本。

(二) 变量设置

模型中各变量描述和数据统计分析如表 3 所示。

表 3 模型自变量说明

变量名称	含义和赋值(单位)	均值	标准差	预期影响	
稻农类型	稻农的类型：口粮型稻农=1；利润型稻农=0	0.34	0.47	+	
认知与能力	食品安全重要性认知	非常不重要=1，不太重要=2，一般=3，比较重要=4，非常重要=5	3.85	0.87	+
	农药残留危害认知	农药残留导致食品安全危害程度(分)：非常小=1，比较小=2，一般=3，比较大=4，非常大=5	3.83	0.95	+

既吃又卖：稻农的生物农药施用行为差异分析

	遵照说明施药能力	能够读懂并按照使用说明施药：完全不能=1，不太能=2，一般=3，比较能=4，完全能=5	3.79	1.15	+
成本 收益	水稻单产收益	稻谷出售价格×单位产量（万元/公顷）	1.97	1.37	+
	农药施用成本	稻农施用农药单位面积成本（万元/公顷）	0.14	0.19	-
风险 因素	技术风险	生物农药施用效果认知与评价：非常差=1，比较差=2，一般=3，比较好=4，非常好=5	3.82	0.68	+
	市场风险	绿色农产品销售难易程度：非常难=1，比较难=2，一般=3，比较容易=4，非常容易=5	3.03	1.17	+
市场 管制	区域品牌和口碑	是否有区域品牌和口碑：是=1；否=0	0.03	0.17	+
	农产品质检	农产品销售过程中是否有质检：是=1；否=0	0.11	0.32	+
	政府监管	制度法律对违禁农药施用的约束力度：非常小=1，比较小=2，一般=3，比较大=4，非常大=5	4.04	0.83	+
控制 变量	户主年龄	户主年龄（岁）	57.88	10.05	?
	户主受教育程度	户主受教育年限（年）	6.34	3.41	?
	种植规模	水稻种植面积（公顷）	0.50	0.63	?
	是否参加合作社	是否参加农民专业合作社：是=1；否=0	0.08	0.27	+
	是否参加过培训	是否参加过生物农药技术推广培训：是=1；否=0	0.10	0.30	+

由表 3 中的统计结果可知：在稻农的认知与能力方面，其食品安全重要性认知和农药残留危害认知以及遵照说明施药能力都处于较高水平，平均得分在 3.8 左右；样本稻农的水稻单产收益为 1.97 万元/公顷，农药施用成本为 0.14 万元/公顷；在风险因素方面，稻农对销售绿色农产品难易程度的评价得分为 3.03，可见稻农对绿色农产品销售的市场信心不足；在市场管制方面，区域品牌和口碑、农产品质检的得分都很低，制度法律对违法农药施用的约束力度则较强，其中，区域品牌和口碑指标通过问卷中“您所在的村庄或区域是否具有地方特色品牌的农产品（水稻）”来获取相关数据。

（三）模型估计结果与分析

1.估计结果。为了验证不同生产目标对稻农生物农药施用行为的影响，本文在全样本稻农回归中纳入“稻农类型”变量。同时，本文对稻农进行分类，进一步解析口粮型稻农与利润型稻农生物农药施用行为影响因素的差异。本文采用 Stata14.0 软件对模型进行回归和相关检验。首先，对模型中的各变量依次展开共线性诊断（限于篇幅未列出），方差膨胀因子（VIF）取值都在 1~1.5 间，远低于 VIF<10，说明各变量间共线性关系的强度极弱，符合 Logistic 回归的基本要求。其次，为了避免模型设定过程中可能存在的异方差、自相关及异常值带来的影响，参照徐志刚等（2018）的做法，采用极大似然法并对模型进行稳健估计。模型回归的 Wald 检验结果都较为显著，说明模型的整体回归系数显著，参数估计结果较为稳健。Logistic 稳健估计结果如表 4 所示。

表 4 不同类型稻农生物农药施用行为影响因素的回归结果

变量	全样本稻农		口粮型稻农		利润型稻农	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
稻农类型	0.563*	0.299	—	—	—	—

既吃又卖：稻农的生物农药施用行为差异分析

食品安全重要性认知	0.330**	0.133	0.407**	0.187	0.271	0.181
农药残留危害认知	0.177	0.155	0.218	0.221	0.195	0.202
遵照说明施药能力	0.245**	0.114	0.177	0.205	0.391***	0.138
水稻单产收益	-0.365	0.266	0.325	0.472	-0.674*	0.351
农药施用成本	0.197	0.164	-0.009	0.250	0.491**	0.240
技术风险	0.369*	0.218	-0.154	0.344	0.436	0.273
市场风险	0.016	0.100	-0.229	0.166	0.173	0.133
区域品牌和口碑	1.249**	0.486	0.742	1.277	1.216***	0.458
农产品质检	0.663**	0.301	0.997**	0.467	0.583	0.357
政府监管	0.123	0.168	-0.293	0.220	0.556**	0.277
户主年龄	-0.233	0.568	0.541	0.742	-0.555	0.829
户主受教育程度	0.112	0.151	0.504**	0.234	-0.164	0.196
种植规模	0.339**	0.146	0.110	0.201	0.417**	0.180
是否参加合作社	-1.202**	0.538	—	—	-0.778	0.617
是否参加过培训	-0.060	0.348	0.033	0.470	0.413	0.417
样本量	811		281		530	
Wald 检验值	66.98***		23.31*		55.86***	

注：①***、**和*依次表示 1%、5%和 10%的显著性水平；②口粮型稻农中加入合作社的样本量极少，仅有 22 户，导致“是否参加合作社”变量在估计时无效。

2.估计结果分析。（1）全样本稻农生物农药施用行为的影响因素。表 4 中的估计结果显示，全样本稻农回归中，稻农类型、食品安全重要性认知、遵照说明施药能力、技术风险、区域品牌和口碑、农产品质检、种植规模与是否参加合作社变量均显著，其影响方向与预期结果基本一致，这部分验证了假说 H1，即最小化风险目标和食品安全效用目标影响稻农生物农药施用行为。但是，农药施用成本和水稻单产收益对稻农生物农药施用行为的影响并未通过显著性检验，也即优质优价的市场原则并未得到体现，这进一步契合了本文“现实的市场不完善”的研究背景。参加合作社对稻农生物农药施用行为具有显著的负向影响，从样本稻农分布情况来看，参加合作社的稻农大多属于利润型稻农，在优质优价市场原则得不到体现时，合作社成员生产水稻过程中的食品安全标准并未得到有效执行，在利润最大化生产目标驱使下，稻农可能会更多地选择施用成本较小的普通化学农药。此外，稻农类型为口粮型稻农，对稻农生物农药施用行为具有显著的正向影响，也即口粮型稻农施用生物农药的概率比利润型稻农高，这验证了假说 H2。

（2）口粮型稻农生物农药施用行为的影响因素。估计结果显示，农产品质检变量通过了 5%水平的显著性检验，且系数为正，即农产品质检对口粮型稻农生物农药施用行为的促进作用较为显著。一般而言，化学农药对人体造成伤害是一个漫长的积累过程，导致稻谷食品安全问题的识别周期较长，从而弱化了稻农对化学农药毒性作用的判断能力。随着农业技术推广体系的不断完善，农产品

质检作为农技推广服务的重点内容之一^①，其普及程度的提升增强了稻农对自己种植稻谷质量安全的关注意识，从而避免施用高毒化学农药。食品安全重要性认知变量通过了5%水平的显著性检验，且系数为正，即食品安全重要性认知水平越高，口粮型稻农采用生物农药的可能性就越大。口粮型稻农的最大特征是不受市场因素的过多影响，而是更多地关注稻谷的食品安全效用。一般而言，只有在稻农觉得食品安全较为重要的前提下，他们才会主动采纳绿色安全的生物农药技术（王建华等，2015）。此外，户主受教育程度变量也通过了5%水平的显著性检验，且系数为正，说明户主受教育程度越高，越倾向于施用生物农药。

(3) 利润型稻农生物农药施用行为的影响因素。估计结果显示，遵照说明施药能力变量通过了1%水平的显著性检验，且系数为正，即遵照说明施药能力越强，利润型稻农施用生物农药的概率就越大。这主要是因为生物农药技术的掌握难度往往较大，对施药剂量、时间、次数和方式都有较为严格的要求，具备足够能力的稻农才更有可能选择施用生物农药。区域品牌和口碑变量通过了1%水平的显著性检验，且系数为正，即区域品牌和口碑建设对利润型稻农生物农药施用行为具有显著的正向影响。水稻单产收益变量通过了10%水平的显著性检验，但对利润型稻农的生物农药施用行为具有负向影响。从利润型稻农的稻谷销售情况来看，施用生物农药的稻谷的平均售价为1.98元/千克，相较于施用化学农药的稻谷的平均价格（1.94元/千克）而言，并不具备优势，稻谷优质优价的市场原则并未得到体现，绿色农产品无法被消费者识别，甚至存在“柠檬市场”的挤出效应。而区域品牌和口碑则正好解决了市场信息不对称问题，对利润型稻农的生物农药施用行为具有显著的正向影响。政府监管变量通过了5%水平的显著性检验，且系数为正，即政府监管促进了利润型稻农的生物农药施用行为。食品安全事件频发，使得政府加大了对绿色生产和消费者保护的法制建设力度。例如，2015年《中华人民共和国食品安全法》的修订和完善，2017年《农药管理条例》的修订和完善，违禁农药品种的使用限制已经非常全面、成功地在农村地区实施，法制建设的不断完善对农业绿色生产和绿色农产品市场起到极大的引导和规范作用。农药施用成本变量通过了5%水平的显著性检验，且系数为正，即农药施用成本对利润型稻农的生物农药施用行为存在正向影响。其原因是，生物农药较化学农药而言，制作工艺更复杂、成本更高，调查区域稻农普遍存在“农药越贵，药效越好，毒性越低”的观念。此外，控制变量中的种植规模对利润型稻农的生物农药施用行为具有显著的正向影响。种植规模越大，一旦被市场抽检出有质量安全问题的产品，稻农遭受的经济损失就越大。因此，种植规模大的稻农会规范自己的用药行为，更多地选择施用生物农药。

分组回归结果表明，口粮型稻农与利润型稻农生物农药施用行为的影响因素差异较为明显，口粮型稻农的生物农药施用行为较易受到食品安全重要性认知的影响，利润型稻农的生物农药施用行为较易受到成本收益因素和市场管制因素的影响，从而部分验证了假说H2。

^① 《中华人民共和国农业技术推广法》和《中华人民共和国农产品质量安全法》都明确规定要定期、随机对生产和市场中的农产品进行抽检，农产品质量检测技术在调研样本区域的农业技术推广站基本已经实现全覆盖，稻农可以获得相关的技术服务。

六、主要结论与启示

在考虑中国众多中小规模稻农“既吃又卖”的现实背景下，本文将食品安全纳入稻农的多目标效用函数，探讨了不同类型稻农的生物农药施用行为及其影响因素的差异，得到以下研究结论：

第一，同一稻农对用于“吃”和用于“卖”两部分稻谷在生产中的施药行为具有一致性，稻农生物农药施用比例较低，施用生物农药的样本稻农仅占样本总量的 20.75%，但施用过生物农药的稻农对生物农药的施用效果普遍评价较高。第二，口粮型稻农的生物农药施用比例为 22.78%，利润型稻农的生物农药施用比例为 17.74%，两者的生物农药施用行为存在显著差异。虽然稻农认为食品安全很重要，但在实际水稻生产中施用生物农药的农户并不多。第三，稻农的口粮生产动机促进其生物农药施用行为，且口粮型稻农与利润型稻农生物农药施用行为的影响因素存在较大差异。食品安全重要性认知、农产品质检与户主受教育程度对口粮型稻农施用生物农药具有显著的正向影响；而利润型稻农是否施用生物农药较易受遵照说明施药能力、区域品牌和口碑、农药施用成本、政府监管和种植规模的正向影响，受水稻单产收益的负向影响。

不同类型稻农的生物农药施用行为虽然有所差异，但生产目的无论是“吃”还是“卖”，农业生产的未来导向必然都是提升农产品质量安全。因此，结合本文研究结论可以得出以下政策启示：一是要加强生物农药的研发与推广。稻农的生物农药施用率较低，但对施用效果评价较高，而且有数据显示生物农药的市场占有份额仅为 5%~7%（邱德文，2015）。因此，在提升生物农药的研发能力的同时加强推广和示范，让更多的农业生产者对生物农药有客观、准确的认知并迈出尝试使用的第一步，这一点至关重要。二是普及农产品质量检测技术，进行绿色安全农产品的识别与分类，清除“柠檬市场”带来的困扰，实现农产品优质优价的市场原则。三是完善绿色农产品市场的制度体系建设。在农户层面，要积极创建绿色品牌与标识制度，向消费者传递产品质量信息；在国家层面，要完善法制建设，构建全面的惩罚与激励机制，引导和规范农产品市场的绿色生产和消费行为。

参考文献

- 1.蔡键, 2014: 《风险偏好、外部信息失效与农药暴露行为》, 《中国人口·资源与环境》第 9 期。
- 2.傅新红、宋汶庭, 2010: 《农户生物农药购买意愿及购买行为的影响因素分析——以四川省为例》, 《农业技术经济》第 6 期。
- 3.郭利京、王少飞, 2016: 《基于调节聚焦理论的生物农药推广有效性研究》, 《中国人口·资源与环境》第 4 期。
- 4.郭利京、赵瑾, 2017: 《认知冲突视角下农户生物农药施用意愿研究——基于江苏 639 户稻农的实证》, 《南京农业大学学报(社会科学版)》第 2 期。
- 5.黄季焜、齐亮、陈瑞剑, 2008: 《技术信息知识、风险偏好与农民施用农药》, 《管理世界》第 5 期。
- 6.黄文彬、陈风波、谭莹, 2017: 《种粮目的对农地流转中农户意愿价格差异的影响》, 《资源科学》第 10 期。
- 7.黄祖辉、钟颖琦、王晓莉, 2016: 《不同政策对农户农药施用行为的影响》, 《中国人口·资源与环境》第 8

期。

8.姜利娜、赵霞, 2017: 《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》, 《中国农业大学学报》第5期。

9.李世杰、朱雪兰、洪潇伟、韦开蕾, 2013: 《农户认知、农药补贴与农户安全农产品生产用药意愿——基于对海南省冬季瓜菜种植农户的问卷调查》, 《中国农村观察》第5期。

10.刘莹、黄季焜, 2010: 《农户多目标种植决策模型与目标权重的估计》, 《经济研究》第1期。

11.毛飞、孔祥智, 2011: 《农户安全农药选配行为影响因素分析——基于陕西5个苹果主产县的调查》, 《农业技术经济》第5期。

12.米建伟、黄季焜、陈瑞剑、Elaine M. Liu, 2012: 《风险规避与中国棉农的农药施用行为》, 《中国农村经济》第7期。

13.邱德文, 2015: 《生物农药的发展现状与趋势分析》, 《中国生物防治学报》第5期。

14.王常伟、顾海英, 2013: 《市场 VS 政府, 什么力量影响了我国菜农农药用量的选择?》, 《管理世界》第11期。

15.王建华、刘茁、李俏, 2015: 《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》, 《中国农村经济》第11期。

16.王建华、马玉婷、王晓莉, 2014: 《农产品安全生产: 农户农药施用知识与技能培训》, 《中国人口·资源与环境》第4期。

17.王永强、朱玉春, 2012: 《启发式偏向、认知与农民不安全农药购买决策——以苹果种植户为例》, 《农业技术经济》第7期。

18.徐志刚、张骏逸、吕开宇, 2018: 《经营规模、地权期限与跨期农业技术采用——以秸秆直接还田为例》, 《中国农村经济》第3期。

19.杨柳、邱力生, 2014: 《农村居民对食品安全风险的认知及影响因素分析——河南的案例研究》, 《经济经纬》第6期。

20.周曙东、张宗毅, 2013: 《农户农药施药效率测算、影响因素及其与农药生产率关系研究——对农药损失控制生产函数的改进》, 《农业技术经济》第3期。

21.朱淀、孔霞、顾建平, 2014a: 《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》, 《中国农村经济》第8期。

22.朱淀、张秀玲、牛亮云, 2014b: 《蔬菜种植农户施用生物农药意愿研究》, 《中国人口·资源与环境》第4期。

23.Epstein, L., and S. Bassein, 2003, "Patterns of Pesticide Use in California and the Implications for Strategies for Reduction of Pesticides", *Annual Review of Phytopathology*, 41(5): 351-375.

24.Gong, Y., K., Baylis, and R. Kozak, 2016, "Farmers' Risk Preferences and Pesticide Use Decisions: Evidence from Field Experiments in China", *Agricultural Economics*, 47(4): 411-421.

25.Hokkanen, M. T., and A. Hajek, 2003, *Environmental Impacts of Microbial Insecticides*, Kluwer: Academic Publishers.

26.Khan, M., and C. A. Damalas, 2015, "Farmers' Knowledge about Common Pests and Pesticide Safety in Conventional Cotton Production in Pakistan", *Crop Protection*, 77(11): 45-51.

27.Robison, L. J., 1982, "An Appraisal of Expected Utility Hypothesis Tests Constructed from Responses to Hypothetical Questions and Experimental Choices". *American Journal of Agricultural Economics*, 64(2): 367-375.

28.van Asselt, E. D., M. P. M. Meuwissen, M. A. P. M. van Asseldonk, J. Teeuw, and H. J. van der Fels-klerx, 2010, "Selection of Critical Factors for Identifying Emerging Food Safety Risks in Dynamic Food Production Chains", *Food Control*, 21(6): 919-926.

29.Zanardi, O. Z., L. D. P. Ribeiro, T. F. Ansante, M.S. Santons, G. P. Bordini, P. T. Yamamoto, and J. D. Vendramin, 2015, "Bioactivity of A Matrine-based Biopesticide against Four Pest Species of Agricultural Importance", *Crop Protection*, 67(1): 160-167.

(作者单位: 华中农业大学经济管理学院;
湖北农村发展研究中心)
(责任编辑: 何 欢)

“Both to Eat and Sell”: An Analysis of Biological Pesticides Application Behaviors of Different Rice Farmers

Huang Yanzhong Luo Xiaofeng

Abstract: This article examines the behavioral difference in biological pesticides' application of different types of rice farmers and its determinants, integrating food safety risk into a farmers' multi-objective utility model. The results show that, first of all, a rice farmers' pesticides application behavior is the same between rice production for self-consumption and that for sale. The proportion of rice farmers using biological pesticides is low. However, their evaluation level of biological pesticides application is generally high. Secondly, different types of rice farmers have different application behaviors. The proportion of biological pesticides application behaviors of rice farmers whose production is for self-consumption is higher than that of farmers whose production is for sale. Thirdly, the reason for self-consumption motivates rice farmers to use biological pesticides. The determinants are different between those two types of farmers. For farmers whose production is for self-consumption, their awareness of food safety, quality inspection in the sales process and the degree of householders' education have significant positive impacts on their application behaviors of biological pesticides. For farmers whose production is for sale, the ability to use pesticides in compliance with the instructions, regional brand and public reputation, pesticides cost, government regulation and production scale exert positive impacts on their behaviors, while the level of profit per area of land has a negative effect on their behaviors.

Key Words: Rice Farmer; Commercialization Rate; Biological Pesticide; Food Safety; Green Agriculture