

政府抽检、供应链可追溯与水产品安全源头治理: 监管威慑抑或市场激励^{*}

金宇 (浙江工业大学经济学院, 杭州, 310014)

周洁红 (浙江大学公共管理学院, 杭州, 310058)

摘要: 遏制动物性农产品养殖中违规使用抗菌药行为, 是中国保障食品安全的长期任务。尽管政府对食品安全的监管投入不断提升, 中国依然面临着动物性农产品抗菌药残留超标的严峻挑战, 其中水产品是抗菌药违规使用的重灾区。本文构建纳入责任成本的损害控制生产函数, 基于水产养殖户微观调查数据与中国水产品质量抽检大数据, 使用固定效应模型和工具变量等识别策略, 评估了政府抽检与供应链可追溯对水产养殖户抗菌药施用行为的影响及其机制。研究发现, 政府抽检与供应链可追溯均可以通过监管威慑机制显著降低水产养殖户的抗菌药施用水平, 并且两类规制的组合实施存在协同效应。异质性分析表明, 供应链可追溯的采纳对养殖户减药行为的影响在较大规模或本地销售的养殖户中更为明显。本文认为, 在落实产地监管的基础上, 辅以供应链追溯手段, 提高跨区域产销衔接水平, 有助于强化水产品源头治理能力, 保障以用药减量为内容的食品安全。

关键词: 食品安全; 水产品; 政府抽检; 供应链可追溯; 抗菌药施用

一、引言

动物性农产品抗菌药残留超标问题是威胁中国食品与公共安全的重要挑战。2021 年中国境内兽用抗菌药消费总量为 3.25 万吨^①, 生产单位动物性农产品的抗菌药使用强度约为美国的 2.8 倍, 更是数倍于丹麦等欧盟国家的水平 (Shao 等, 2021; Bäumlér, 2024)。尽管抗菌药在预防群体性疾病、促进动物生长等方面贡献巨大, 但也会通过食品中的残留在食物链末端积蓄 (Van 等, 2015), 长期摄入过高抗菌药残留的食品会降低人体免疫力和影响神经系统, 甚至产生致畸、致癌、突变等严重后果 (Kirchhelle, 2018; Belay 等, 2022)。此外,

兽用抗菌药滥用还会通过加速筛选具有耐药性的“超级细菌”增加医疗负担 (WHO, 2024)。面对这一重大食品安全风险, 2025 年中央“一号文件”再次强调, “深化农产品药物残留治理, 推进兽用抗菌药减量使用”是构建多元化食物供给体系的重要内容。然而, 由于信息不对称与施药隐蔽性, 当前中国动物源食品药残超标治理依旧存在源头治理困境。

水产品是重要的优质蛋白来源, 但同时也是抗菌药残留风险发生的重灾区 (Jin 等, 2021; 周洁红等, 2024; 樊胜根等, 2025)。与其他养殖业相比, 水

^{*} 项目来源: 国家社会科学基金项目 (人才项目, 重大“农产品安全风险控制与政策工具研究” (编号: 22VRC187), 国家自然科学基金面上项目“政策工具、市场激励与农业绿色生产转型: 耕地质量提升视角的机制与优化研究” (编号: 72573152), 教育部哲学社会科学重大专项“习近平总书记关于农业农村现代化的重要论述研究” (编号: 2024JZDZ059), 浙江省属高校基本科研业务费专项资金 (编号: GB202502016)。周洁红为本文通讯作者

① 数据来源: https://www.gov.cn/xinwen/2022-12/19/content_5732669.htm

产养殖的密度较高且水体卫生问题频发,因此在养殖过程中病害发生十分普遍,极易存在抗菌药过量施用的问题(陈雨生等,2011;程兆康等,2022)。根据 2014—2022 年市场监管部门抽检结果,中国水产品抗菌药残留超标检出率高达 3.4%,明显高于其他类别的动物性农产品(金宇,2024),水产品检测中“孔雀石绿”“恩诺沙星”等残留药物更是频繁进入公众视野。因此,如何采取有效的规制应对中国水产品抗菌药残留超标问题已迫在眉睫。

对养殖环节不规范用药的源头风险治理,是保障水产品质量安全的关键所在(Saitone 等,2015;孙若愚等,2015)。尽管学界与监管部门早已意识到源头治理的重要性,但养殖户抗菌药残留风险的源头治理仍是世界各国所共同面临的难题(Price 等,2022),中国水产品养殖无序用药的治理则更为艰巨。一方面,中国水产品增产与增质之间存在边际收益的不平衡。在水产品需求不断提升的背景下,提高产量通常能比提高质量为养殖户带来更大的经济利益。超量使用抗菌药有助于减少生产风险并提高产量,导致养殖户在经济激励下面临严重的逆向选择问题(王世表等,2009;汪凤桂等,2015)。另一方面,政府有限的质量监管资源与数量庞大的生产经营主体之间存在不平衡。中国的水产养殖户具有数量众多且分布零散的特征,加之不合格水产品一旦进入流通与销售环节就较难对生产者追溯问责,使得本就有限的监管力量难以有效约束养殖户的机会主义行为(Mu 等,2010;岳冬冬等,2012;胡求光等,2017)。

食品安全源头治理困难的根源在于质量信息不对称(Akerlof,1970),已有研究就食品安全源头治理的手段与生产者行为机理展开了一系列研究。政府监管与市场力量是影响食品安全源头风险的两类关键因素。公共部门可以调整食品质量监管的力度并建立声誉机制干预食品生产者行为,包括提高质量抽检的频率、随机性、制定违规惩罚等方式,通过经济与声誉损失倒逼生产者提供更加安全与优质的食品(Starbird,2005;吴元元,2012;李新春等,2013;李想等,2014;谢康等,2016;Ollinger 等,2020;王明利等,2025)。市场则可以通过推行供应链追溯与信息揭示体系影响食品安全源头风险,包括采纳公共或私人的可追溯体系、采取第三

方认证等,通过优质优价机制的实现促进生产者提高质量安全水平(Pouliot 等,2018;Lin 等,2020;Jin 等,2023;龚强等,2012,2013;周洁红等,2013,2020;邓衡山等,2022)。然而,不少研究在分析政府抽检与供应链可追溯的有效性与作用条件后提出,当生产者数量众多或其责任成本难以落实时,仅依靠政府抽检将不可避免地出现监管盲区与政府失灵(Pouliot 等,2008;Mu 等,2010),而可追溯体系的有效性不仅依赖于外部制度的支撑,还需要追溯参与主体具备相应执行能力与经济激励(Eisner,2010;Batory,2016;孙娟娟,2020)。在农户用药决策机理的研究方面,农兽药因其具有不同于一般性投入品的减少潜在产量损失作用,受到了大量理论研究的关注。其中,损害控制生产函数由于将农业生产中农兽药等损害控制剂的贡献与其他投入要素(例如土地、劳动力、化肥、资本)的贡献区分开来,纠正了传统农户生产函数高估损害控制剂生产力的偏差(Hall 等,1973;Talpez 等,1974),在相关理论研究中得到了广泛的应用(Skevas 等,2012;王常伟等,2013;高晶晶等,2019)。

总体来看,国内外学者已经就食品安全的源头治理展开了大量研究,重点考察了政府监管与市场力量对食品生产者行为的影响。然而从研究内容来看,当前研究仍缺乏对于政府抽检与供应链可追溯的依存关系与协同作用机制的系统分析,两类规制的协同关系与有效性仍有待进一步分析。此外,经典的损害控制生产函数仅关注生产者的数量决策,却忽视了损害控制剂潜在的质量危害,从而隐含了农产品同质性的强假设。然而过量投入抗菌药不仅会提高农产品药物残留超标的风险,还会因政府抽检给养殖户带来责任成本。因此如何将责任成本纳入损害控制生产函数以拓展经典理论模型的解释能力,也有待进一步研究的系统讨论。

基于上述分析,本文将责任成本纳入经典的损害控制生产函数构建理论分析框架,通过合并水产品质量抽检大数据库与微观数据库,使用固定效应模型、工具变量(Instrumental Variable, IV)和倾向得分匹配(Propensity Score Matching, PSM)等识别策略,以监管部门对养殖户的抽检次数与“承诺达标合格证”采纳为政府抽检和供应链可追溯的主要衡量指标,评估了两类规制对水产养殖户抗菌药

施用行为的影响。与现有文献相比,本文有三点可能的边际贡献:(1) 本文将责任成本、生产成本与市场收益同时纳入损害控制生产函数,放松了经典的损害控制生产函数中农产品同质的强假设,拓展了多重外部规制下已有农户用药决策理论的解释能力;(2) 本文将政府抽检与供应链可追溯纳入同一分析框架,打破了已有实证研究着重关注单一规制效果的局限,系统分析了多种规制工具的组合

使用在农产品安全源头治理时的潜在协同效果与机理;(3) 已有文献大都未能区分农产品安全风险的类型,对如何控制抗菌药残留这一严重危害人类生命健康的风险问题缺少系统性认知,而本文重点关注水产品的抗菌药残留问题的治理,为动物性农产品抗菌药残留控制的政策体系优化提供了理论基础与经验证据。

二、理论模型与研究假说

抗菌药作为一种损害控制剂,其使用并不会直接增加动物性农产品的潜在产量,而是通过抑制致病菌等影响潜在产量的破坏因素进而间接实现对最终产量的影响。在现代农户用药决策理论中,Hall 等(1974)和 Talpaz 等(1974)最早关注到了损害控制剂这一类特殊投入品并为其建立模型,提出了损害控制生产函数。已有理论研究通常在确定了生产函数的基础上,进一步引入农产品和损害控制剂的价格以求解生产者最优损害控制剂的投入水平。然而,该求解方式实际隐含的假设为损害控制剂投入只影响农产品的产量而不影响农产品的质量。事实上,抗菌药与农药等损害控制剂的投入将客观上导致农产品中存在一定程度的残留,而农兽药的残留则将直接影响农产品的质量。此时,农产品质量上的变化将给养殖户的用药决策带来两方面的影响:首先,当下游买家可以识别农产品的质量时,同等条件下质量更高的农产品将具有更高的价格,而非将价格视为外生给定;其次,当监管部门通过抽检发现农产品中农兽药的残留超过国家限定的标准时,监管部门对生产者的惩罚将为生产者带来责任成本。因此,本文放松了损害控制剂投入不影响农产品质量的假设,并将责任成本引入经典的损害控制生产函数,进而分析多重规制下养殖户抗菌药的施用行为。

(一) 损害控制生产函数

抗菌药投入对于最终产量的影响涉及两个阶段,包括抗菌药对致病菌的影响以及剩余致病菌对产出的影响。在第一阶段,致病菌的密度 Z 取决于未经控制情况下致病菌的发生率 Z_0 以及投入抗菌药的投入水平 T ,并通过控制函数 $C(T)$ 对致病菌密度造成影响。致病菌的密度可以表示为:

$$Z = Z_0 [1 - C(T)] \quad (1)$$

由于控制函数的取值范围为 $(0, 1)$, 因此已有研究通常假设其具有累积概率分布的性质。假设随着抗菌药投入水平的提高,致病菌密度将单调减少,因此可以将第二阶段中剩余致病菌对产量的影响表示为:

$$Y = Y_0 [1 - D(Z)] \quad (2)$$

其中, Y 代表既定致病菌密度下的实际产量,而 Y_0 则代表了当不存在致病菌情况下潜在的产量 ($Y_0 \geq Y$)。损害函数 $D(Z)$ 表示了当致病菌密度为 Z 时产量损失的比例。与控制函数类似,已有研究通常假设损害函数也具有累积概率分布的性质。将控制函数代入损害函数可以求得实际产量:

$$Y = Y_0 [1 - D\{Z_0 [1 - C(T)]\}] \quad (3)$$

(二) 政府抽检、供应链可追溯与养殖户用药行为

情景 1: 政府抽检与养殖户用药行为决策。

考虑一个包含同质性养殖户、监管主体,以及下游买家的模型环境。在水产养殖的外部环境、水产品生产与销售等特征一定的前提下,假设水产品中抗菌药残留水平超过国家限定标准的概率 $H(T)$ 受抗菌药投入水平 T 的影响,且随着抗菌药投入水平的提高 $H(T)$ 单调增加 ($H_T \geq 0$)。因此,养殖户的责任成本 R 可以表示为:

$$R(T) = H(T) \delta(S) M \quad (4)$$

其中, δ 为养殖户被监管部门抽检的概率,这一概率由监管部门对养殖户的监管强度 S 决定, M 则代表了当监管部门发现不合格水产品时对养殖户的惩罚。由于水产品的抗菌药残留风险属于隐性风险,假设水产品的价格 p 取决于市场中所有水产品的平均质量水平,抗菌药的价格为 r ,其余投入要素

X 的价格标准化为 ω , 可以得到考虑质量监管情况下养殖户的利润:

$$I = p Y_0 [1 - D\{Z_0 [1 - C(T)]\}] - \omega X - rT - H(T) \delta(S) M \quad (5)$$

接着, 对 (5) 式求一阶导数即可得到养殖户最优抗菌药施用量的决策条件:

$$p Y_0 Z_0 D_Z C_T - H_T \delta(S) M = r \quad (6)$$

由 (6) 式可知, 当抗菌药投入带来的边际收益减去边际责任成本等于抗菌药的价格时, 养殖户实现最优抗菌药投入决策。为了计算养殖户最优抗菌药施用量的显性解, 已有研究通常会假设控制函数和损害函数的具体形式, 例如根式 Plateau 形式 $\gamma \sqrt{T}$ 、帕累托形式 $1 - (K/T)^2$ 、指数形式 $1 - \exp(-\gamma T)$ 等 (Fox 等, 1995)。本文选取常用的根式 Plateau 形式*, 将控制函数、损害函数和抗菌药残留函数均假设为根式 Plateau 形式, 其中 α 代表抗菌药对致病菌的控制上限。将上述函数形式代入 (6) 式即可求得养殖户最优抗菌药施用量的显性解:

$$T^* = \left[\frac{p Y_0 Z_0 c d - 2 h \delta(S) M \sqrt{Z^*}}{4 r \sqrt{Z^*}} \right]^2$$

$$p Y_0 Z_0 c d - 2 h \delta(S) M \sqrt{Z^*} \geq 0 \quad (7)$$

根据 (7) 式可以发现, 养殖户的最优抗菌药施用量与水产品价格、水产品的潜在产量、未经控制情况下致病菌发生率之间呈正相关关系, 而与养殖户受监管强度、惩罚力度以及抗菌药价格之间呈负相关关系。据此, 本文提出假说 1:

假说 1: 监管部门对养殖户抽检强度的增加将激励养殖户减少抗菌药施用量。

情景 2: 供应链可追溯、政府抽检与养殖户用药行为决策。

供应链可追溯性作为完整的生产信息记录与信息揭示体系, 已经在发达国家的实践中被证明是提高食品安全的重要手段 (龚强等, 2012), 以及政府抽检等强制性规制的重要补充 (Zhou 等, 2022)。然而已有研究更多聚焦于单一类型规制的食品安

全影响, 忽视了政府抽检与供应链可追溯在实施中的相互依存与协同作用关系。因此, 本文将政府抽检与供应链可追溯纳入同一分析框架, 考察多重规制对于养殖户用药行为的影响, 以及规制间的依存关系与潜在协同作用机理。

由于水产品的流通一般存在多个供应链环节, 具有追溯困难的特征, 生产主体的责任落实往往十分困难。作为中国在构建自愿性可追溯体系激励制度中的重要创新, 自 2016 年起, 农业农村部门开始大力推行“承诺达标合格证制度” (简称合格证) 以实现供应链的源头身份追溯 (钱加荣等, 2025)。合格证是由生产主体自主开具的产地准出凭证, 同时作为流通主体与经营主体自主索取的市场准入凭证, 其中“不使用禁用农药兽药、停用兽药和非法添加物”以及“常规农药兽药残留不超标”是主体自我承诺的核心内容。在合格证制度下, 如果下游经营者向养殖户索要了合格证, 根据国家“溯源免责”的相关规定, 监管部门可以根据合格证中的生产信息对养殖户进行追责, 同时免除经营户一定的责任。因此, 合格证不仅有助于提升供应链追溯水平, 也是下游买家可以观测的重要质量信号。经营者为了减少承担相应的责任风险, 有动机选择提高水产品的收购价格至 p' , 从而要求养殖户提供合格证。由于水产品出售后供应链形式与环节众多, 为了简化模型, 本文假设在下游经营者索要了合格证的情况下, 养殖户出售产品后被追责的概率为 $V(T)$, 这一概率由养殖户的抗菌药施用量 T 决定。此时, 可以得出养殖户的利润 I' 为:

$$I' = p' Y_0 [1 - D\{Z_0 [1 - C(T)]\}] - \omega X - rT - H(T) \delta(S) M - V(T) M \quad (8)$$

观察 (8) 式可知, 当下游向养殖户索要合格证时, 虽然养殖户施用抗菌药的边际收益有所提高, 但同时也面临更大的边际责任成本, 因此其利润变化的方向并不确定。对 (8) 式求一阶导数并再次为控制函数、损害函数、抗菌药残留函数以及追责函数选取根式 Plateau 形式, 可以解出养殖户最优抗菌药施用量为:

* 根式 Plateau 形式是相关研究构建控制函数或损害函数时常用的显性形式, 其反应了相应函数随着抗菌药施用量增加而上升, 但增速逐渐递减, 呈现“先快后慢, 趋于平缓”的特性, 适合描述农兽药施用效果的边际递减规律

$$T^* = \left[\frac{p'Y_0 Z_0 cd - 2h\delta(S) M \sqrt{Z^*} - 2vM \sqrt{Z^*}}{4r \sqrt{Z^*}} \right]^2$$

$$p'Y_0 Z_0 cd - 2h\delta(S) M \sqrt{Z^*} - 2vM \sqrt{Z^*} \geq 0 \quad (9)$$

由(9)式可以发现,当下游经营者向养殖户索要合格证时,虽然养殖户增加抗菌药施用的边际收

益有所提高,但同时也需要额外面临因下游追责概率增加所带来的责任成本。此时养殖户的最优抗菌药施用量的变化方向取决于水产品价格的变化与被追责的概率。据此,本文提出假说2:

假说2:当下游经营者要求养殖户提供合格证时,养殖户抗菌药施用行为由经济激励和下游追责的责任成本共同决定。仅当增加的责任成本大于经济激励时,养殖户将减少抗菌药施用水平。

三、实证研究设计

(一) 数据来源

1. 浙江省水产养殖户微观数据库。该数据库来自浙江大学中国农村发展研究院与浙江省水产技术推广总站于2022年7—8月组织的联合调查,调查主要面向浙江省水产养殖户。浙江省的内陆湖泊资源与海洋资源丰富,水产养殖业十分发达。2022年,浙江省水产品总产量达645.6万吨,占到当年全国水产品总产量的9.4%^①。此外,浙江省还是首批实施合格证制度的省份,对农产品质量安全监管十分重视,同时也是中国主要水产品产地与销地,因此选取浙江省作为研究地区具有较好的代表性。调查共计回收问卷411份,但由于个别样本在接受调查时遗忘关键的生产与销售信息,共计获得有效问卷405份,问卷有效率98.54%。

2. 水产品质量抽检大数据库。水产品质量抽检大数据库由浙江大学中国农村发展研究院与麻省理工学院斯隆商学院共同构建。首先基于全国300余个各级市场监督管理部门网页,搜集获取所有关于食品安全监管抽样检验的报告。在此基础上,采用文本挖掘技术与人工识别相结合的方法,从上述非格式化的检验报告文本中提取包含抽检时间、抽检对象、抽检产品、检测结果等方面的关键信息构建格式化数据库,进而筛选出超30万批次生鲜水产品的抽样检验信息,建立水产品质量抽检大数据库。根据养殖户产品的最终销售地点与销售时间,本文将浙江省水产养殖户微观数据库与水产品质量抽检大数据库进行匹配,从而获取养殖户产品最终销售地的政府抽检强度信息。

(二) 变量描述性统计

1. 养殖户抗菌药施用行为。本文实证分析采

用四类变量来衡量养殖户抗菌药施用行为,分别是抗菌药的施用强度、施用持续期、施用间隔期和施用休药期。由于不同类别的抗菌药所需的标准施用强度不尽相同,因此本文通过计算养殖户抗菌药施用量与说明书推荐量的相对水平来衡量抗菌药施用强度。在所有样本养殖户中,高达94.1%的养殖户根据说明书推荐量来确定抗菌药施用行为,仅有5.9%的养殖户凭借自身经验、询问他人等方式确定抗菌药的施用量。因此,本文在分析不同规制对于养殖户抗菌药施用强度的影响时,仅使用了根据说明书推荐量确定抗菌药施用行为的养殖户样本。具体描述性统计结果如表1所示,其中有28.87%的水产养殖户超过说明书推荐水平用药,平均抗菌药施用强度略高于说明书推荐水平。本文在调查中询问了每位养殖户施用抗菌药的具体类别,包括合规抗菌药与违禁抗菌药分别为12种和9种,施用违禁抗菌药的养殖户比例为5.74%。

2. 外部规制特征。本文实证分析重点关注两类外部规制,即政府抽检与供应链可追溯,描述性统计结果如表2所示。其中,调查养殖户在过去一年中被监管部门平均的抽检次数为2.8938次,有23.2%的养殖户在过去一年间从未被抽检;有74.57%的养殖户在出售水产品时买家会要求其提供合格证,但仍有1/4的养殖户并未被要求出具合格证。除此之外,为避免下游买家在决定是否要求养殖户提供合格证时的反向因果问题,本文进一步将养殖户销售地的政府抽检强度作为下游买家是否要求提供合格证的工具变量纳入分析,具体的识

① 数据来源《浙江省2023年渔业经济统计资料》《2023中国渔业统计年鉴》

别策略将在后文详细阐述。

3. 控制变量。参考已有的研究,本文所采用控制变量包括养殖户个体特征、生产特征和销售特征三类(王常伟等,2013;高晶晶等,2019)。其中

个体特征主要包括性别、年龄、受教育水平、抗菌药认知、风险偏好、兼业程度以及社会身份。而生产与销售特征则包括养殖规模、水塘租赁情况、主要养殖产品价格、品牌和主养品种。

表 1 养殖户抗菌药施用行为

变量	定义或赋值	样本量	平均值	标准差
抗菌药施用强度	$\text{用药强度} = \frac{\text{养殖户抗菌药施用量}}{\text{说明书推荐量}} \times 100$	381	101.1470	36.9117
抗菌药施用持续期	养殖户每轮施用抗菌药的持续天数	405	8.0938	11.2578
抗菌药施用间隔期	养殖户每轮抗菌药施用结束至下一轮抗菌药施用开始的间隔天数	405	35.9975	31.8272
抗菌药施用休药期	养殖户出售水产品时距离最后一次施用抗菌药期间的休药天数	405	49.2815	39.5174
是否施用水产养殖中的禁用抗菌药	是 = 1, 否 = 0	405	0.0574	0.2169
施用抗菌药的品种(虚拟变量组)	包括恩诺沙星、硫酸新霉素、环丙沙星、呋喃唑酮等 21 类抗菌药的虚拟变量: 施用相应抗菌药 = 1, 未施用相应抗菌药 = 0	405	—	—

表 2 外部规制特征

变量	定义或赋值	样本量	平均值	标准差
政府抽检强度	养殖户在过去一年间受监管部门抽检的次数	405	2.8938	3.3517
下游买家是否要求提供合格证	养殖户在出售水产品时,买家是否要求其提供合格证: 是 = 1, 否 = 0	405	0.7457	0.4360
销售地政府抽检强度	养殖户水产品销售地级市当年市场监管部门对水产品的抽检次数	405	321.3901	280.8817

表 3 主要控制变量

变量	定义或赋值	样本量	平均值	标准差
Ln(养殖面积)	养殖户养殖面积(亩)的对数	405	4.1929	1.3236
水塘是否从他人租赁	是 = 1, 否 = 0	405	0.7877	0.4095
主要养殖水产品市场均价	养殖户主要养殖的水产品在销售地批发市场中当年的平均价格(元/斤)	405	48.5622	74.0876
是否有品牌	是 = 1, 否 = 0	405	0.3679	0.4828
性别	男性 = 1, 女性 = 0	405	0.9136	0.2813
年龄	养殖户年龄	405	50.3358	9.1235
教育水平	小学以下 = 1; 小学 = 2; 初中 = 3; 高中或中专 = 4; 大学及以上 = 5	405	3.6716	0.9378
抗菌药认知	能准确判断给定 8 种抗菌药是否为违禁药物的数量: 得分 0-8	405	4.5185	2.0997
风险偏好	由实验方法测得养殖户对不同的期望报酬与概率组合的偏好: 得分 1-8	405	1.9827	1.7764
是否为全职养殖户	全职 = 1, 兼业 = 0	405	0.8765	0.3294
从事水产养殖时间	养殖户从事水产养殖年限	405	15.9482	9.6277
社会身份	个体养殖户 = 1, 公司法人 = 2, 雇工 = 3, 其他 = 4	405	1.4988	0.7823
主要养殖品种(虚拟变量组)	包括淡水鱼、淡水虾、淡水蟹、淡水贝类、海水鱼、海水虾、海水蟹、海水贝类和其他共 9 大类水产品: 主要养殖该类水产品 = 1, 非主要养殖该类水产品 = 0	405	—	—

(三) 实证模型构建

1. 基准模型。为了识别政府抽检与供应链可追溯对水产养殖户抗菌药施用行为的影响, 本文估计以下回归方程:

$$T_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 Q_i + \beta_3 X_i + \theta_c + \varepsilon_i \quad (10)$$

其中, T_i 代表了养殖户 i 抗菌药施用强度; S_i 为养殖户 i 在过去一年间受到监管部门抽检的次数; Q_i 为下游买家是否要求养殖户 i 提供合格证; X_i 则代表了一组控制变量; 除此之外, 模型还控制了城市固定效应 θ_c , 用以消除所有仅由区域变化导致的可能影响养殖户抗菌药施用行为的因素, 例如水域特征、地形地貌等。 ε_i 为误差项。

2. 识别策略。养殖户在出售水产品时下游买家是否要求其提供合格证可能存在反向因果和样本自选择的内生性问题。首先, 如果下游买家对于养殖户提供水产品的质量存在先验判断, 则其在判断水产品质量较低时将有更大的可能要求养殖户提供合格证, 从而避免将来在流通和销售中可能的责任风险, 形成了可能的反向因果问题; 其次, 当养殖户发现自己的水产品有较大可能存在抗菌药残留超标的问题时, 其将有激励寻找不要求其提供合格证的下游买家。虽然寻找特定的买家可能会增加养殖户的交易成本, 但这一可能的自选择问题仍无法被忽视。因此, 本文分别使用工具变量法和倾向得分匹配法来解决可能存在的反向因果和自选择问题。

为了解决潜在的反向因果问题, 本文将销售地政府抽检强度作为下游买家是否要求提供合格证的工具变量, 通过两阶段最小二乘法 (2SLS) 进行估计。由于销售地政府抽检强度的增加将直接影响销售地经营者受到抽检的可能, 因此当销售地政府抽检强度提高时经营者将更有可能要求养殖户提供合格证以规避其自身的责任成本, 从而满足了工具变量的相关性要求。同时销售地的政府抽检强度并不会受到养殖户或经营者的影响, 从而满足了工具变量的外生性要求。除此之外, 根据中国的食品安全监管体系, 养殖环节的农产品质量主要由农业农村部门监管而非市场监管部门 (周洁红等,

2018; Zhou 等, 2022), 因此销售地政府抽检强度并不会直接影响养殖户的抗菌药施用决策, 符合排他性约束的基本要求。综上原因, 可以认为销售地政府抽检强度是一个基本令人满意的工具变量。具体回归方程如下:

$$Q_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 L_i + \beta_3 X_i + \theta_c + \varepsilon_i \quad (11)$$

$$T_i = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 \hat{Q}_i + \beta_3 X_i + \theta_c + \varepsilon_i \quad (12)$$

其中, L_i 代表了养殖户 i 水产品的销售地当年的政府抽检强度; $\hat{Q}_i$ 是 (11) 式中一阶段回归得到下游买家是否要求养殖户提供合格证的拟合值。

为了解决养殖户潜在的自选择问题, 参考已有研究, 本文进一步采用了倾向得分匹配法以纠正可能的估计偏误 (Michalek 等, 2018)。由于下游买家是否要求养殖户提供合格证是一个二分变量, 因此估计如下 Logit 模型:

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha_0 + \alpha_i X_i + \varepsilon_i \quad (13)$$

其中, $p_i = P(Q_i = 1 | X_i)$ 代表养殖户 i 在出售水产品时下游买家要求其提供合格证的概率; X_i 是一组解释变量。重要的是, 解释变量是一组可能会影响养殖户抗菌药施用强度的特征, 而不受其在出售水产品时是否被下游要求提供合格证的影响。本文在解释变量的选取上严格遵循这一原则, 解释变量包括养殖户生产特征、养殖户销售特征以及养殖户个体特征三类。接着, 为了满足共同支撑假设, 本部分分析中需要剔除不满足共同支撑条件的观测样本 (Heckman 等, 2001)。根据 Rosenbaum 等 (1983), 平均处理效应可以通过以下方法来估计:

$$ATT_{PSM} = E_{P(X_i | Q=1)} \{ E[T_i(1) | Q_i = 1, P(X_i)] - E[T_i(0) | Q_i = 0, P(X_i)] \} \quad (14)$$

其中, $Q_i = 1$ 代表处理组, $Q_i = 0$ 则代表控制组; $T_i(0)$ 是养殖户未被下游买家要求提供合格证时的抗菌药施用强度, 而 $T_i(1)$ 为下游买家要求提供合格证时养殖户的抗菌药施用强度。

四、基准回归分析

政府抽检和供应链可追溯对养殖户抗菌药施用强度的影响效应如表 4 所示。(1)~(4) 列分别展示了在控制了城市固定效应后,逐步加入养殖户生产特征、养殖户销售特征以及养殖户个体特征的回归结果。根据(4) 列可以发现,政府抽检强度和下游买家是否要求提供合格证对养殖户抗菌药施用强度有着显著的负向影响。监管部门对养殖户抽检的次数每增加 1 次,可以显著地使养殖户抗菌药施用强度减少说明书推荐量的 2.9807%。当下游买家要求养殖户提供合格证时,养殖户的抗菌药

施用强度将下降说明书推荐量的 21.8325%,规制效果十分明显。这一主要结果表明,政府抽检作为监管部门食品安全治理的核心规制手段,是基于违规惩戒方式影响养殖户用药决策的重要因素,体现出政府抽检在食品安全监管体系中的基础地位。与此同时,下游买家的合格证要求同样显著地影响了养殖户的抗菌药施用,表明市场端对于供应链上游的追溯要求同样可以形成对于生产主体用药决策的压力,这一结果补充了供应链视角下源头风险治理可能的供应链倒逼策略。

表 4 政府抽检和供应链可追溯对养殖户抗菌药施用强度的影响

变量	抗菌药施用强度			
	(1)	(2)	(3)	(4)
政府抽检强度	-3.5425 *** (0.5972)	-3.1438 *** (0.6180)	-3.1538 *** (0.6194)	-2.9807 *** (0.6310)
下游买家是否要求提供合格证	-21.7320 *** (4.7267)	-21.9901 *** (4.9768)	-20.7022 *** (5.1864)	-21.8352 *** (5.4120)
Ln(养殖面积)		-5.1165 *** (1.5118)	-5.0038 *** (1.5489)	-5.2588 *** (1.6032)
水塘是否从他人租赁		12.5910 *** (4.5124)	12.5098 *** (4.5192)	13.2579 *** (4.6724)
主要养殖水产品市场均价			-0.0184 (0.0248)	-0.0147 (0.0254)
是否有品牌			-3.2242 (4.4648)	-1.5576 (4.7578)
抗菌药认知				-2.8075 *** (1.0653)
风险偏好				-1.6132 (1.0361)
是否为全职养殖户				2.4996 (6.0599)
从事水产养殖时间				0.2211 (0.2324)
性别				1.7101 (6.5510)
年龄				-0.4487* (0.2684)
教育水平				-0.8458 (2.5946)
城市固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
养殖户施用抗菌药类别	未控制	已控制	已控制	已控制
养殖户主要养殖品种	未控制	已控制	已控制	已控制
养殖户社会身份	未控制	未控制	已控制	已控制
R ²	0.1927	0.2976	0.2999	0.3267
样本量	381	381	381	381

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著; 括号内为标准误。下同

除了政府抽检和供应链可追溯以外,养殖面积、水塘是否从他人处租赁、养殖户的年龄以及抗菌药认知均会对养殖户的抗菌药施用强度产生显著的影响。其中,养殖面积每提高 1%,养殖户抗菌药施用强度将下降说明书推荐量的 5.2588%;当养殖户的水塘是从他人处租赁时,其更有可能增加抗菌药的施用强度。根据本文的调查结果,养殖户租赁水塘的合同期通常为 3~10 年,并不需要考虑在水塘中过量施用抗菌药的长期成本,因此有利于追求短期收益的增加抗菌药施用强度行为被这部分养殖户所普遍采纳;养殖户的年龄也是影响其抗菌

药施用强度的重要因素,随着养殖户年龄的增加,其将更倾向于减少抗菌药的施用强度;除此之外,养殖户的抗菌药认知同样显著影响其抗菌药施用强度。

为了进一步检验并消除可能存在的反向因果和自选择问题,本文采用工具变量法和倾向得分匹配法对回归进行内生性处理,结果如表 5 所示。(1)~(4) 列分别展示了使用 OLS、简化回归、IV-2SLS 以及 PSM 的估计结果,所有模型中均控制了城市固定效应和各类控制变量。

表 5 使用工具变量法和倾向得分匹配法的估计结果

变量	抗菌药施用强度			
	OLS	简化回归	IV-2SLS	PSM
	(1)	(2)	(3)	(4)
政府抽检强度	-2.9807 *** (0.6310)	-3.3642 *** (0.6248)	-3.0538 *** (0.6444)	-2.8468 *** (0.8327)
下游买家是否要求提供合格证	-21.8352 *** (5.4120)		-22.4170 *** (8.3869)	-21.1718 *** (5.5731)
销售地政府抽检强度		-0.0236 *** (0.0089)		
R ²	0.3267	0.2790	0.2902	0.3053
销售地政府抽检强度			一阶段回归 0.0011 *** (0.0001)	
F 值			16.17	
城市固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制	已控制	已控制
样本量	381	381	381	352

从简化回归的结果可以发现,当采用销售地政府抽检强度代替下游买家是否要求提供合格证纳入模型,销售地政府抽检强度与养殖户抗菌药施用强度呈现出了显著的负相关关系,这为本文选取销售地政府抽检强度作为工具变量提供了足够的信心。(3) 列的 IV-2SLS 估计结果表明,在使用工具变量处理可能存在的内生性问题之后,两类规制对

于养殖户抗菌药施用强度依然存在显著的负向影响,模型一阶段回归的拟合结果在 1% 的水平上显著且 F 值大于 10。与(1) 列相比,下游买家是否要求提供合格证的系数变化较为微弱,说明下游买家是否要求提供合格证与养殖户抗菌药施用之间不存在明显的反向因果问题。进一步观察(4) 列采用 PSM 的估计结果可知,在尽可能采纳可观察的

养殖户特征进行倾向得分匹配后,下游买家是否要求提供合格证对于抗菌药施用强度的影响依旧稳健,系数变化并不明显*。这表明在本文的研究

中,养殖户并不存在明显的自选择问题,且进一步证明了基准模型的稳健性。据此,本文的假说 1 得到证实。

五、政府抽检与供应链可追溯源头治理效应的进一步分析

(一) 影响机制检验: 监管威慑抑或市场激励

本文重点讨论了两类规制对于养殖户抗菌药施用强度的潜在影响机制。监管威慑机制是指,当政府抽检加强或供应链可追溯实施后,养殖户由于担心承担因水产品不合格而带来的更高责任成本,从而采取降低抗菌药施用强度的行为; 市场激励机制则是指,政府抽检加强或供应链可追溯实施后,通过影响养殖户的经济收益进而激励了养殖户改变抗菌药施用行为。

表 6 展示了政府抽检与供应链可追溯对于养殖户上一年中被农业农村部门抽检为不合格次数的影响。(1) 列的结果表明,监管部门对养殖户政府抽检强度的增加显著提高了养殖户被农业农村

部门抽检为不合格的次数。被农业农村部门抽检为不合格则意味着养殖户将面临相应的行政处罚,因而直接增加了养殖户的责任成本。而供应链可追溯虽然在一定程度上表现出了对养殖户被农业农村部门抽检为不合格的次数的负向影响,但仅在 10% 的水平上显著,且这一影响并不稳定,在采用拟合程度更高的(2) 列中则不存在显著影响。(2) 列将交乘项“政府抽检强度×超说明书用药养殖户”纳入回归,结果表明,政府抽检强度增加对于养殖户被农业农村部门抽检为不合格次数的影响在超说明书推荐量用药的养殖户中更大,即风险较高的养殖户更容易受到监管威慑的影响。

表 6 政府抽检的监管威慑

变量	被农业农村部门抽检为不合格的次数	
	(1)	(2)
政府抽检强度	0. 0398 *** (0. 0055)	0. 0088 * (0. 0050)
下游买家是否要求提供合格证	-0. 1002 * (0. 0522)	0. 0271 (0. 0432)
政府抽检强度×超说明书用药养殖户		0. 1026 *** (0. 0075)
城市固定效应	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制
R ²	0. 1951	0. 4767
样本量	405	405

接着,本文进一步探究了两类规制对于养殖户在上一年中被市场监管部门追责处罚次数的影响,结果如表 7 所示。(1) ~ (3) 列分别展示了采用

OLS、IV-2SLS 和 PSM 进行估计的结果,在下游买家要求养殖户提供合格证的情况下,养殖户被市场监管部门追责处罚的可能性将显著提高。该结果

* PSM 的匹配质量与匹配结果请见本论文数据及程序代码资料公开

— 96 —

表明,供应链可追溯的实施同样对养殖户的抗菌药施用行为存在监管威慑。

表 7 供应链可追溯的监管威慑

变量	被市场监管部门追责处罚的次数		
	OLS (1)	IV-2SLS (2)	PSM (3)
政府抽检强度	0.0030 (0.0060)	0.0015 (0.0064)	0.0048 (0.0071)
下游买家是否要求提供合格证	0.2257*** (0.0570)	0.1783* (0.0928)	0.2413*** (0.0569)
R ²	0.2323	0.1817	0.2580
一阶段回归			
销售地政府抽检强度		0.0011** (0.0001)	
F 值		17.0800	
城市固定效应	已控制	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制	已控制
样本量	405	405	352

本文通过分析政府抽检与供应链可追溯对养殖户亩均收益和出售单价的影响,探究了两类规制对养殖户抗菌药施用强度影响的市场激励机制,结果如表 8 所示。结果表明,监管部门对养殖户的抽检强度没有表现出对养殖户亩均收益或出售单价的显著影响。而下游买家要求养殖户提供合格证虽然显著地提高了水产品单价,但却并未展现出对于养殖户亩均收益的显著影响。这一结果说明,虽然下游买家可能会由于养殖户提供合格证而支付更高的产品单价,但是减少抗菌药施用所带来的潜在减产使得养殖户的亩均收益并未提高。因此从养殖户的整体收益来看,养殖户没有获得来自供应链可追溯实施的市场激励。该结果回应了本文的假说 2。

(二) 政府抽检与供应链可追溯的协同效应

为了探究政府抽检和供应链可追溯组合使用所能发挥的协同效应,本文进一步将政府抽检与供应链可追溯的交乘项纳入回归,结果如表 9 所示。由(2)列可以发现,在将交乘项“政府抽检强度×下

游买家是否要求提供合格证”纳入回归之后,交乘项的系数为-2.1007,且该系数在 10%的水平上显著。这一结果表明,相比于仅存在政府抽检的情况,在政府抽检的基础上进一步采纳供应链可追溯,政府抽检次数每增加 1 次将额外使养殖户抗菌药施用强度减少说明书推荐量的 2.1007%。由此可以发现,协同使用政府抽检和供应链可追溯将显著提高政府抽检强度对于养殖户减少抗菌药施用强度的影响,有效提高监管部门的监管效果。

(三) 政府抽检与供应链可追溯对养殖户不同用药行为的影响

在分析两类规制对于养殖户抗菌药施用强度影响效应的基础上,本部分进一步探究了两类规制对于养殖户不同用药行为的影响,结果如表 10 所示。由(1)列可以发现,政府抽检强度以及下游买家是否要求提供合格证并未对养殖户的施药持续期产生显著的影响。导致这一结果的可能原因是,绝大部分养殖户都是根据说明书来确定自己的抗菌药施用行为,而抗菌药的说明书中会指出最佳的

持续用药时长,因此养殖户可以主要根据说明书来确定用药持续期。养殖户可以通过增强抗菌药施用强度等行为实现过量用药的目的,而非延长用药的持续期。

表 8 政府抽检与供应链可追溯的市场激励

变量	Ln(亩均 收益)	Ln(每斤 价格)	Ln(亩均 收益)	Ln(每斤 价格)	Ln(亩均 收益)	Ln(每斤 价格)
	OLS	OLS	IV-2SLS	IV-2SLS	PSM	PSM
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
政府抽检强度	0. 0657 (0. 0409)	0. 0094 (0. 0970)	0. 0682 (0. 0423)	0. 0148 (0. 0112)	0. 0403 (0. 0485)	0. 0034 (0. 0116)
下游买家是否要求提供合格证	-0. 4720 (0. 3890)	0. 5042 *** (0. 0918)	-0. 4241 (0. 6107)	0. 4101 ** (0. 1617)	-0. 5391 (0. 3864)	0. 4996 *** (0. 0920)
R ²	0. 2601	0. 6610	0. 2101	0. 5443	0. 2734	0. 6820
			一阶段回归	一阶段回归		
销售地政府抽检强度			0. 0011 *** (0. 0001)	0. 0011 *** (0. 0001)		
F 值			17. 0800	17. 0800		
城市固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
样本量	405	405	405	405	352	352

表 9 政府抽检与供应链可追溯的协同效应

变量	抗菌药施用强度	
	基准回归	规制协同效应
	(1)	(2)
政府抽检强度	-2. 9807 *** (0. 6310)	-1. 6400 * (0. 9942)
下游买家是否要求提供合格证	-21. 8352 *** (5. 4120)	-17. 5616 *** (5. 9272)
政府抽检强度×下游买家是否要求提供合格证		-2. 1007 * (1. 2063)
城市固定效应	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制
R ²	0. 3267	0. 3329
样本量	381	381

观察表 10 中(2) 列可以发现,政府抽检强度和下游买家要求提供合格证均可以显著提高养殖户抗菌药施用的间隔期,两类规制对养殖户延长用

药间隔期的效应十分明显。这一结果表明,由于用药间隔期的延长可以有效降低动物的药物残留量(浦华等,2014; 金宇,2024) ,因此用该方法可以有

效应对养殖过程中政府的抽查以及避免售出后因供应链可追溯带来的追责。

观察表 10 中 (3) ~ (4) 列可知,政府抽检强度没有对养殖户的抗菌药施用休药期产生显著的影响,而下游买家要求提供合格证则显著增加了养殖户的休药期。此外,政府抽检强度没有对养殖户的违禁抗菌药施用行为产生显著影响,但是下游买家要求提供合格证则显著降低了养殖户施用违禁抗

菌药的可能性。形成这一结果的可能原因在于,由于养殖户较难预判养殖过程中的政府抽检且抽检次数普遍偏少,导致其在做上市前休药期与是否违规用药决策时较少考虑政府抽检的影响。而为了规避供应链可追溯提升后在流通和销售中被抽检为不合格所带来的追责风险,养殖户则有较强动力延长休药期、减少违规用药行为。

表 10 政府抽检与供应链可追溯对养殖户不同用药行为的影响

变量	抗菌药施用持续期 (1)	抗菌药施用间隔期 (2)	抗菌药施用休药期 (3)	是否施用违禁抗菌药 (4)
政府抽检强度	0.0572 (0.1759)	1.6179*** (0.4995)	-0.2737 (0.6419)	0.0019 (0.0034)
下游买家是否要求提供合格证	-0.7780 (1.6709)	9.7607** (4.7445)	13.3453** (6.0976)	-0.0742** (0.0311)
城市固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²	0.2645	0.2581	0.2051	0.1755
样本量	405	405	405	405

(四) 异质性分析

本文将养殖户参照农业农村部规定根据养殖规模是否超过 30 亩划分小规模养殖户与中大规模养殖户^①、按照养殖户风险偏好得分是否高于平均值划分为高风险偏好养殖户与低风险偏好养殖户、按照养殖户的水产品最终销售地划分为销往省外养殖户与销往省内养殖户,异质性分析结果如表 11 所示。

表 11 中 (1) 列的结果表明,政府抽检强度对抗菌药施用强度的影响在小规模养殖户与中大规模养殖户之间并不存在显著的差异。而下游买家要求提供合格证则对中大规模养殖户有着更大的影响。(2) 列中结果表明,不论是政府抽检强度还是下游买家是否要求提供合格证对养殖户抗菌药施用强度的影响均未在不同风险偏好的养殖户产生显著的异质性。进一步观察 (3) 列的结果可以发现,下游买家要求提供合格证对抗菌药施用强度

的影响在最终销售地为本省的养殖户中更大。而对“下游买家是否要求提供合格证”与“下游买家是否要求提供合格证×是否销往外省”这两项的系数进行线性组合检验的结果表明,无法证明两项系数的线性组合显著的异于 0 (p 值为 0.864),即下游买家要求提供合格证并未显著影响销售地为外地养殖户的抗菌药施用行为。

针对上述结果,结合中国农产品供销与质量监管的政策背景,可以得到以下三方面的可能解释:首先,跨省销售存在产地准出与销地准入衔接不畅的问题。虽然政府已通过加强源头监管来保障水产品的安全,但跨省销售水产品流通环节中的监管部门职责分工复杂,往往存在信息流动不畅、监管标准不一致等问题,导致供应链可追溯的实施并未产生预期的效果。其次,供应链环节较长,合格证的管理难度增加。销往省外的水产品通常涉及

① 参照《农业农村部办公厅关于开展 2023 年国家级水产健康养殖和生态养殖示范区创建示范活动的通知》与浙江省委省政府印发的《关于坚持和深化新时代“千万工程”打造乡村全面振兴浙江样板 2024 年工作要点》

多个中间商和批发商,信息传递和合格证的传递也因此变得更加困难,而合格证的执行依赖于供应链上下游主体之间的协作,环节的增加导致实施的难度提升。最后,区域监管的差异性同样不可忽视。

在一些区域,尤其是跨省流通较多的地区,可能存在对于合格证落实不到位的情况,导致合格证索要对养殖户用药行为的约束效果欠佳。

表 11 政府抽检与供应链可追溯对不同养殖户的异质性影响

变量	抗菌药施用强度		
	养殖户规模 (1)	养殖户风险偏好 (2)	产品最终销售地 (3)
政府抽检强度	-2. 5246 *** (0. 7992)	-2. 8602 *** (0. 6444)	-2. 9406 *** (0. 6324)
下游买家是否要求提供合格证	-18. 4350 *** (5. 6730)	-24. 0356 *** (5. 6752)	-22. 2399 *** (5. 4031)
政府抽检强度×中大规模养殖户	-0. 2843 (1. 1889)		
下游买家是否要求提供合格证×中大规模养殖户	-15. 8782 ** (7. 0570)		
政府抽检强度×高风险偏好养殖户		-0. 9322 (2. 7035)	
下游买家是否要求提供合格证×高风险偏好养殖户		15. 9986 (12. 3496)	
政府抽检强度×是否销往外省			-3. 2365 (3. 3988)
下游买家是否要求提供合格证×是否销往外省			24. 0546 * (13. 7043)
城市固定效应	已控制	已控制	已控制
生产性特征	已控制	已控制	已控制
销售性特征	已控制	已控制	已控制
养殖户个体特征	已控制	已控制	已控制
R ²	0. 3392	0. 3303	0. 3341
样本量	405	405	405

六、结论与政策建议

(一) 主要结论

抗菌药残留超标是中国水产品最主要的质量安全问题,如何在政府抽检的基础上提高供应链的可追溯,对于落实生产与经营者的主体责任,倒逼生产环节规范用药行为具有至关重要的作用。本文构建理论与实证模型,研究了政府抽检与供应链可追溯对水产品养殖环节不规范用药的治理效果与机理。本文有以下四点主要发现。

第一,政府抽检与供应链可追溯均对水产养殖户的抗菌药施用行为有显著影响。监管部门对养

殖户的抽检次数每增加 1 次,养殖户的抗菌药施用量将减少说明书推荐量的 2. 9807%,下游买家要求养殖户提供合格证可以使养殖户的抗菌药施用量减少说明书推荐量的 21. 8325%。第二,政府抽检与供应链可追溯均可以通过监管威慑机制影响养殖户的抗菌药施用行为,但两者影响养殖户抗菌药施用的市场激励机制则不显著。第三,政府抽检和供应链可追溯措施的组合实施存在协同效应,政府抽检和供应链可追溯措施同时使用时,政府抽检的增强可以更大程度地减少养殖户的抗菌药施用强

度,进而提高政府抽检的监管效率。第四,政府抽检的增加显著延长了养殖户的用药间隔期,而供应链可追溯的采纳显著延长了养殖户的休药期并显著降低了养殖户施用违禁抗菌药的可能性,此外供应链可追溯的采纳对养殖户减药行为的影响效应在中大规模养殖户、本地销售养殖户中更为明显。

(二) 政策建议

本文研究发现对于通过源头治理解决食用农产品安全问题、提高政府监管资源利用效率有丰富的政策意涵,主要包括如下四点政策建议。

首先,在落实食用农产品产地监管的基础上,应进一步加强农产品承诺达标合格证制度的推广应用。政府对于生产主体的直接监管固然是约束生产主体违规用药行为的重要手段,但“大国小农”的基本国情致使政府抽检在生产端的效果与效率受限。针对这一问题,中国多次修订的《食品安全法》与已有研究均强调了落实农产品生产经营主体责任的重要性(马九杰等,2025)。而农产品承诺达标合格证的运行正是基于多元主体共治,有效提高了供应链的可追溯,进而通过责任追溯倒逼生产主体减少抗菌药的施用水平,不仅是高效的食品安全源头治理方案,更是强化政府抽检效果的重要辅助。

第二,提高跨地区农产品销售的产地准出与销地准入衔接水平。虽然农产品承诺达标合格证制度的实施可以显著降低养殖户抗菌药施用水平,但当水产品发生跨区域销售、尤其是跨省销售时,产地与销地间治理能力与标准差异所带来的衔接不畅问题,可能削弱承诺达标合格证制度实施的实际效果。因此,不同地区的监管部门应提高承诺达标合格证制度的区域间协同实施能力,强化市场准入制度,保证产地与销地衔接中承诺达标合格证制度要求的一致性,并通过加强信息平台的建设完善不同区域监管部门的横向信息反馈机制,为不同属地的监管主体提供包括合格证依法收取、查验和保存的完善制度规范,从而保障承诺达标合格证制度的跨区域实施条件。

第三,推进农产品优质优价机制的建立。本文发现,害怕承担更高的监管惩罚依然是水产养殖户

采取降低抗菌药施用强度行为的主要原因,而政府监管加强或承诺达标合格证的实施并未给养殖户的经济收益带来实质性的改变。习近平总书记指出,食品安全首先是“产”出来的,也是“管”出来的^①。食品安全监管的本质在于解决市场失灵,政府规制手段的运用应是市场机制的补充而非代替。究其根本,农产品的优质优价机制仍需完善,政府应从完善质量信息揭示政策与提高消费者食品安全风险认知两方面入手,通过传统网页公示与新媒体平台公示等互联网渠道的组合应用,披露对生产经营主体的食品质量抽检信息,进一步降低消费者获取质量信息的门槛。从而引导建立基于风险水平的价格形成机制,进一步发挥经济激励机制对提升食品安全水平的重要作用。

第四,提升水产品供应链的垂直整合水平。研究发现,产地收购商的存在增加了水产品供应链的可能环节,进而制约了实施承诺达标合格证对降低养殖户抗菌药施用水平的效果。供应链的复杂程度增加不仅提高了承诺达标合格证制度的实施难度,也加大了监管部门追责的潜在难度。因此,加强对“产销对接模式”的推广,例如批发市场、零售商直接与养殖户对接,从而在一定程度上取代现行的产地收购模式,有助于增强供应链可追溯对生产主体规范用药行为的影响,进而保障食用农产品安全。

(三) 未来研究展望

未来研究可以就以下两个方面做进一步探讨。首先,囿于数据限制,本文未能实证考察政府在农产品质量安全监管中的处罚力度、抽检随机性等特征对于水产养殖户抗菌药施用行为的影响,而这些因素的效果已经得到一些研究的理论分析(Starbird,2005;李想等,2014)。后续研究可以通过搜集市场监督管理部门发布的行政处罚文书,全面考察政府抽检的随机性与惩罚力度对养殖户用药行为的影响。其次,规制效果的长期评估值得未来研究的进一步探索。同样受制于数据的可获得性,本文的实证分析集中在政府抽检和供应链可追溯对养殖户行为的短期影响,而对于规制实施的长期效果,包括其对供应链结构、农产品市场稳定性

^① 中国政府网. 食品安全治理现代化迈出重要一步, https://www.gov.cn/xinwen/2014-05/28/content_2688654.htm

及消费者信任的影响尚缺乏系统研究,因而可以成为未来研究的重点关注方向。除此之外,本文因调查局限,未能持续跟踪养殖户在生产过程中的用药行为,因而存在忽略部分养殖户内在用药行为动机

的可能。后续研究可在本文关注外部规制对养殖户用药行为机理分析的基础上,进一步关注养殖户内在用药行为动机,从而修正与拓展已有理论框架。

参考文献

1. Akerlof, G. A. The Market for "Lemons": Qualitative Uncertainty and Market Mechanisms. *The Quarterly Journal of Economics*, 1970(84): 488
2. Batory, A. Defying the Commission: Creative Compliance and Respect for the Rule of Law in the EU. *Public Administration*, 2016(3): 685~699
3. Bäumlér, A. J. The Coming Microbial Crisis: Our Antibiotic Bubble is About to Burst. *Science*, 2024(6715): eads3473
4. Belay, D. G. , Jensen, J. D. Quantitative Input Restriction and Farmers' Economic Performance: Evidence from Denmark's Yellow Card Initiative on Antibiotics. *Journal of Agricultural Economics*, 2022(1): 155~171
5. Collignon, P. , Voss, A. China, What Antimicrobial and What Volumes are Used in Food Production Animals. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 2016(1): 16~16
6. Eisner, M. A. Corporate Environmentalism, Regulatory Reform, and Industry Self-regulation: Toward Genuine Regulatory Reinvention in the United States. *Governance*, 2010(2): 145~167
7. Fox, G. , Weersink, A. Damage Control and Increasing Returns. *American Journal of Agricultural Economics*, 1995(1): 33~39
8. Hall, D. C. , Norgaard, R. B. On the Timing and Application of Pesticides: Reply. *American Journal of Agricultural Economics*, 1974(3): 644~645
9. Heckman, J. J. Vytlačil, E. Policy-relevant Treatment Effects. *The American Economic Review*, 2001(2): 107~111
10. Jin, C. , Levi, R. , Liang, Q. , et al. Testing at the Source: Analytics-enabled Risk-based Sampling of Food Supply Chains in China. *Management Science*, 2021(5): 2985~2996
11. Jin, Y. , Zhou J. , Ye, J. Value of Certification in Collective Reputation Crises: Evidence from Chinese Dairy Firms. *Food Policy*, 2023(121): 102550
12. Kirchhelle, C. Pharming Animals: A Global History of Antibiotics in Food Production (1935—2017). *Nature*, 2018(1): 1~13
13. Lin, W. , Ortega, D. L. , Ufer, D. , et al. Blockchain-based Traceability and Demand for U. S. Beef in China. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 2020(1): 253~272
14. Michalek, J. , Ciaian, P. , Pokrivcak, J. The Impact of Producer Organizations on Farm Performance: The Case Study of Large Farms from Slovakia. *Food Policy*, 2018(75): 80~92
15. Mu, Y. C. , Ma, B. , Song, Y. , et al. Comparative Analysis on Quality and Safety Management System of Aquatic Products in China and Abroad. *Fishery Modernization*, 2010(3): 168~176
16. Murray, C. J. , Ikuta, K. S. , Swetschinski, L. , et al. Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance in 2019: A Systematic Analysis With Forecasts to 2050. *The Lancet*, 2022(10325): 629~655
17. Ollinger, M. , Houser, M. Ground Beef Recalls and Subsequent Food Safety Performance. *Food Policy*, 2020(97): 101971
18. Pouliot, S. , Sumner, D. A. Traceability, Liability, and Incentives for Food Safety and Quality. *American Journal of Agricultural Economics*, 2008(1): 15~27
19. Pouliot, S. , Wang, H. H. Information, Incentives, and Government Intervention for Food Safety. *Annual Review of Resource Economics*, 2018(1): 83~103
20. Price, L. B. , Rogers, L. , Lo, K. Policy Reforms for Antibiotic Use Claims in Livestock. *Science*, 2022(6589): 130~132
21. Rosenbaum, P. R. , Rubin, D. B. The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 1983(1): 41~55
22. Saitone, T. L. , Sexton, R. J. , Sumner, D. A. What Happens When Food Marketers Require Restrictive Farming Practices. *American Journal of Agricultural Economics*, 2015(4): 1021~1043
23. Shao, Y. , Wang, Y. , Yuan, Y. , et al. A Systematic Review on Antimicrobial Misuse in Livestock and Aquaculture and Regulation Implications in China. *The Science of the Total Environment*, 2021(798): 149205~149205
24. Skevas, T. , Stefanou, S. E. , Lansink, A. O. Can Economic Incentives Encourage Actual Reductions in Pesticide Use and Environmental Spillovers. *Agricultural Economics*, 2012(3): 267~276
25. Starbird, S. A. Moral hazard, Inspection Policy, and Food Safety. *American Journal of Agricultural Economics*, 2005(1): 15~27
26. Talpaz, H. , Borosh, I. Strategy for Pesticide Use: Frequency and Applications. *American Journal of Agricultural Economics*, 1974(4) :

769~775

27. WHO. World Health Statistics 2024: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals. 2024
28. Zhou, J., Jin, Y., Liang, Q. Effects of Regulatory Policy Mixes on Traceability Adoption in Wholesale Markets: Food Safety Inspection and Information Disclosure. Food Policy, 2022(107): 102218
29. 陈雨生,房瑞景. 海水养殖户渔药施用行为影响因素的实证分析. 中国农村经济, 2011(8): 72~80
30. 程兆康,杨金山,吕敏,罗小三. 我国畜禽养殖业抗生素的使用特征及其环境与健康风险. 农业资源与环境学报, 2022(6): 1253~1262
31. 邓衡山,孔丽萍. 机构性质、社会共治与食品安全认证的有效性. 农业经济问题, 2022(4): 27~37
32. 樊胜根,龙文进. 大食物观引领全球食物系统转型. 农经, 2025(Z1): 41~49
33. 高晶晶,史清华. 农户生产性特征对农药施用的影响: 机制与证据. 中国农村经济, 2019(11): 83~99
34. 龚强,陈丰. 供应链可追溯性对食品安全和上下游企业利润的影响. 南开经济研究, 2012(6): 30~48
35. 龚强,张一林,余建宇. 激励、信息与食品安全规制. 经济研究, 2013(3): 135~147
36. 胡求光,朱安心. 产业链协同对水产品追溯体系运行的影响——基于中国 209 家水产企业的调查. 中国农村经济, 2017(12): 49~64
37. 金宇. 水产品抗菌药残留风险控制及机制研究——基于政府规制与行业自我规制视角. 浙江大学博士学位论文, 2024
38. 李想,石磊. 行业信任危机的一个经济学解释: 以食品安全为例. 经济研究, 2014(1): 169~181
39. 李新春,陈斌. 企业群体性败德行为与管制失效——对产品质量安全与监管的制度分析. 经济研究, 2013(10): 98~111+123
40. 马九杰,陈俊良,赵永华. 直播电商价值链中数字守门人与农产品质量安全把关机制研究. 管理世界, 2025(4): 175~198
41. 浦华,白裕兵. 养殖户违规用药行为影响因素研究. 农业技术经济, 2014(3): 40~48
42. 钱加荣,郭维,刘海华,等. 政府规制、法律认识与主体应用承诺达标合格证行为——基于 Ordered Probit 模型的检验. 农经, 2025(Z2): 81~97
43. 孙娟娟. 从规制合规迈向合作规制: 以食品安全规制为例. 行政法学研究, 2020(2): 123~133
44. 孙若愚,周静. 基于损害控制模型的农户过量使用兽药行为研究. 农业技术经济, 2015(10): 32~40
45. 汪凤桂,林建峰. 农业龙头企业对水产养殖户质量安全行为的影响. 华中农业大学学报(社会科学版), 2015(6): 11~18
46. 王常伟,顾海英. 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, 2013(11): 50~66+187~188
47. 王世表,阎彩萍,李平,张明华. 水产养殖企业安全生产行为的实证分析——以广东省为例. 农业经济问题, 2009(3): 21~27+110
48. 王明利,鄢朝辉,方正. 中国畜牧业高质量发展评价及提升路径. 农经, 2025(Z3): 40~59
49. 吴元元. 信息基础、声誉机制与执法优化——食品安全治理的新视野. 中国社会科学, 2012(6): 115~133+207~208
50. 谢康,赖金天,肖静华,马家培. 食品安全、监管有界性与制度安排. 经济研究, 2016(4): 174~187
51. 岳冬冬,张锋,王鲁民. 水产养殖合作组织化与水产品质量安全共识. 中国农业科技导报, 2012(6): 139~144
52. 周洁红,金宇,王煜,梁巧. 质量信息公示、信号传递与农产品认证——基于肉类与蔬菜产业的比较分析. 农业经济问题, 2020(9): 76~87
53. 周洁红,李凯. 农产品可追溯体系建设中农户生产档案记录行为的实证分析. 中国农村经济, 2013(5): 58~67
54. 周洁红,魏珂,金宇,徐子龙. 基于机器学习的食品安全风险预测与监管政策启示——以生鲜水产品为例. 农业经济问题, 2024(5): 4~19
55. 周洁红,武宗励,李凯. 食品质量安全监管的成就与展望. 农业技术经济, 2018(2): 4~14

Government Inspections, Supply Chain Traceability and Source Supervision of Aquatic Food Safety: Regulatory Deterrence or Market Incentives

JIN Yu, ZHOU Jiehong

Abstract: Curbing the illegal use of antimicrobial in animal husbandry is a long-term task for Chi-

na to ensure food safety. Despite the continuous increase of government supervision on the input in food safety, China still faces severe challenge of excessive antimicrobial residues in animal food, and aquaculture is the hardest hit area for illegal use of antimicrobial. This study constructs a damage-abatement production function with responsibility costs. Based on the micro-survey data of aquaculture farmers and the big data of China's aquatic food quality sampling inspection, the fixed effect model and IV identification strategies are employed to evaluate the effects and mechanism of government inspections and supply chain traceability on the antimicrobial application behavior of aquaculture farmers. This study finds that both government inspections and supply chain traceability can significantly reduce the intensity of antimicrobial input of aquaculture farmers through regulatory deterrence mechanisms. Further analysis finds that the combined implementation of government inspections and supply chain traceability regulations has a synergistic effect. Heterogeneity analysis shows that the effects of supply chain traceability on farmers' behavior of reducing the input of antimicrobial is more obvious among farmers with larger scale or local sales. This study believes that on the basis of implementing origin supervision, supplemented by supply chain traceability, improving the level of cross-regional production and marketing connection will help strengthen the source supervision of aquatic food and ensure food safety with the reduction of antimicrobial input as the content.

Keywords: Food safety; Aquatic products; Government inspection; Supply chain traceability; Antimicrobial input

责任编辑: 李 芸