

生猪疫情对猪肉价格非线性冲击 的形成机理与检验*

苏贵芳¹ 花俊国¹ 孙文珊¹ 李柯逾²

摘要：本文首先分析生猪疫情对猪肉价格非线性冲击的作用机理，然后采用2009年2月至2020年2月猪肉价格相关月度数据，以生猪疫情宽度指数作为阈值变量构建阈值回归模型，研究生猪疫情对猪肉价格波动所存在的阈值效应。本文研究结果表明，滞后5期的生猪疫情宽度指数对猪肉价格增长率的影响存在1个阈值点，即猪肉价格波动存在两种运行机制：当生猪疫情宽度指数低于阈值0.35时，生猪疫情冲击对猪肉价格波动无显著影响；当生猪疫情宽度指数高于0.35时，生猪疫情对猪肉价格波动具有显著的正向作用。据此结论，本文认为：一方面要将阈值作为重大生猪疫情防控的参考值，强化生猪疫情应急调控机制，提高价格预期管理水平；另一方面要加强生猪出栏监管力度，建立疫情期生猪标准重出栏制度，缓解突发性重大生猪疫情对猪肉供应链的剧烈影响，以促进猪肉价格的长期平稳运行。

关键词：生猪疫情 猪肉价格 非线性冲击 阈值效应

中图分类号：F326.3 **文献标识码：**A

一、引言

中国是世界上第一大猪肉生产国和消费国，猪肉在畜产品消费序列中也一直占有优势地位，是大众主要的肉类消费品。猪肉价格高低关系到老百姓的“菜篮子”，直接影响居民的生活质量。继2009年的猪肺疫、猪丹毒以及2011年和2012年的猪口蹄疫暴发后，2018年大规模暴发的非洲猪瘟对猪肉市场造成了严重的冲击。由于2018年8月非洲猪瘟暴发，近两年中国猪肉市场产量整体呈下滑态势，2019年、2020年中国猪肉产量环比下降率分别为21.25%和3.34%；与此同时，猪肉价格出现暴涨，由2018年8月的21.96元/千克飙升至2020年8月的59.64元/千克^①，两年间增长率高达171.58%。猪肉价格作为农产品市场价格变动的风向标，其价格上涨也是导致CPI涨幅明显的重要因素（于爱芝、

*本文研究受到教育部人文社会科学研究规划项目“美国经贸政策不确定性对我国农产品价格的冲击效应及对策研究”（项目编号：20YJA790027）的资助。感谢匿名审稿专家提出的宝贵意见，当然，文责自负。本文通讯作者：花俊国。

^①数据来源：布瑞克农业数据库（<http://www.agdata.cn>）。

王鹤, 2016), 因此猪肉价格再度成为社会各界关注的热点。2019年、2020年和2021年的中央“一号文件”连年强调, 要抓好非洲猪瘟防控、生猪生产恢复和产业安全稳定工作, 落实扶持生猪生产的各项政策举措; 十四五规划建议要健全动物防疫体系, 保障粮肉等农产品供给安全, 提升收储调控能力。“猪粮安天下”, 猪肉和粮食等农产品供给对于城乡居民生活具有重要的战略意义, 甚至关系国家宏观经济和调控政策的走向。但是, 猪肉市场不确定因素时有发生, 生猪产业发展仍存在巨大挑战。

市场供求等因素引致猪肉价格的温和性波动在一定程度上会刺激生猪生产, 引导资源合理配置, 有利于产业升级和优胜劣汰, 对于生猪产业链的发展具有积极作用。但是, 生猪疫情等突发性事件的冲击对猪肉价格影响剧烈, 由此引发的猪肉价格大幅上扬会导致生猪市场偏离正常运行轨道, 甚至影响居民正常生活。尤其在重大生猪疫情冲击下, 猪肉供给受生猪存栏减少和养殖户非正常出栏行为的双重影响急剧下降, 导致猪肉价格波动异常。这不仅影响生产者的经济效益, 而且挫伤消费者的消费信心, 使猪肉供应与消费需求萎缩, 对中国猪肉市场造成巨大冲击。2018年8月非洲猪瘟的暴发不仅导致猪肉供给出现巨大缺口, 而且使消费者对猪肉购买产生了消费恐慌, 严重破坏猪肉市场供求平衡。猪肉供求失衡致使猪肉价格呈近似直线的上升态势, 而短期内市场机制自身发挥作用的程度有限, 由此对国内生猪市场造成了剧烈冲击, 影响了生猪产业链的健康稳定发展。叠加2020年新冠肺炎疫情在全球持续蔓延, 猪肉进出口的不确定性增强, 猪肉供应链遭到重创, 扰动猪肉价格涨跌不定。重大疫情暴发期间猪肉价格暴涨, 在价格信号为导向的作用下, 大量养殖者利用市场行情转好的有利时机补栏复养, 可能又将诱发后疫情时代价格暴跌现象, 更使猪肉市场发展形势不容乐观。

在各种不确定因素频发的背景下, 本文聚焦对猪肉价格具有直接且重要影响的不确定因素——生猪疫情, 研究生猪疫情造成猪肉价格非正常波动的转换机制, 识别猪肉价格剧烈波动的预警红线。本文研究有助于缓解重大生猪疫情对猪肉价格的巨大冲击, 对于平抑猪肉市场价格波动和维护生猪产业健康发展具有重要意义。

二、相关研究回顾与评述

重大生猪疫情暴发具有突发性、广泛性的特征, 是生猪产业面临的重要不确定性冲击, 也成为准确把握猪肉市场价格运作规律的难题。相对于养殖成本、消费者生活水平及相关产品价格变化等因素, 疫病对猪肉价格波动的影响更为剧烈。猪肉价格波动的实质是供需相互作用的结果, 外部冲击更会加剧供需矛盾(毛学峰、曾寅初, 2008)。

在供给侧, 生猪疫情会造成生猪发病率和死亡率的增加, 对出栏具有一定程度的负向作用。疫病一般先感染后备母猪与仔猪这类易感猪群, 能繁母猪存栏下降将直接减缓生猪产能恢复速度, 严重影响下一阶段的猪肉供给(张喜才等, 2012); 再加上养殖户恐慌性出栏行为的影响, 后期生猪产业产能削减, 市场供给加速减少(许彪等, 2014)。在重大生猪疫情暴发初期, 生猪价格在产销两区会出现价格反向变化的区域性特征, 产区外运受阻, 养殖户因恐惧心理大量抛售, 生猪价格骤跌, 而销区无法调入生猪, 价格明显上涨; 在生猪疫情暴发的中后期, 扑杀数量上升, 供需缺口明显扩大, 生猪价格大幅上涨, 由“产区下降、销区上涨”演变为全国范围内的普遍上涨(王双正, 2020)。长期内

疫病扩散蔓延，生猪死亡率升高，加上生猪供给的周期性因素影响，其生产的时滞效应导致猪肉供给不会在短时间内得以恢复，因此生猪疫情对猪肉供给的影响较大。

在需求侧，生猪疫情暴发直接引起消费者市场恐慌，对消费者的食品需求产生巨大冲击（王秀清等，2007）。因此，在生猪疫情暴发初期，消费者倾向选择其他肉类替代品而减少猪肉需求，直接影响当期猪肉消费量，致使猪肉价格下跌。因消费偏好短期内难以转变，猪肉刚性需求不能被迅速替代（胡浩、戈阳，2020）；且消费者信心恢复具有弹性，伴随政府相关部门宣传和引导力度增强，消费者对猪肉消费信心重塑，猪肉需求持续增加，但短期猪肉供给难以及时恢复，导致猪肉供需缺口扩大，因此，暴发期猪肉价格会随消费者信心增强而上涨（刘明月、张淑霞，2014）。整体上，生猪疫情对猪肉价格具有“助涨助跌”的作用，并且其对猪肉价格影响的持续时间较长。

生猪疫情暴发增加了猪肉市场的经营风险，基于“风险报酬”原理，猪肉市场供给主体提高猪肉价格，猪肉价格具有总体增长的确定性趋势（罗千峰、张利率，2018）。作为众多外部冲击因素中的一种，疫病对猪肉价格波动的贡献率较大，其影响不容忽视，总体会造成猪肉价格上涨且影响期较长。生猪疫情不仅造成猪肉价格波动，甚至冲击上游饲料市场（胡向东、郭世娟，2018）以及相关肉类产品（段琮琮、刘灵芝，2020；盛芳芳等，2020）的价格波动，将会倒逼生猪产业各环节规范升级，推动中国生猪养殖格局的调整与转变。疫病等外部冲击因素对猪肉市场造成的风险不可估量，而市场机制自身的调节作用有限。因此，生猪产业链中价格系统的平稳运行除了借助市场供求关系来调节之外（王静怡等，2015；Cechura and Sobrova, 2008），还需要政府决策部门对猪肉市场的价格风险进行识别和干预（夏龙、何伟，2016）。

现实中，猪肉价格受自身调整速度与外部冲击等因素的影响，可能在短期内发生结构性转变。受各种交易成本政策调控，生猪及猪肉价格具有非线性调整特性（Chen and Lee, 2008；Abdulai, 2002）。胡向东、王济民（2010）研究发现，猪肉价格指数存在显著的非线性效应，滞后一期猪肉价格指数超过阈值后猪肉价格指数出现高速增长，滞后一期的猪肉价格指数未突破阈值时，猪肉价格指数波动相对稳定，属于正常的周期性波动现象；毛学峰、曾寅初（2009）的研究也表明，生猪价格和猪肉价格均呈非线性状态向长期均衡值动态调整，但在转换速度和阈值上存在一定程度的差异。于爱芝、郑少华（2013）研究发现，猪肉产业链上下游的产品价格存在非完全传递现象，仔猪价格向生猪价格传递存在阻滞效应，而生猪价格向猪肉价格传递顺畅。疫病等随机事件使猪肉价格呈现频繁的状态转换特征，价格向均衡值的调整不是以连续匀速的方式趋近，可能是呈现非线性特征（石自忠等，2016）。在外部冲击的作用下，农产品价格受到外部因素和供求变动双重因素的影响，短期内价格可能发生结构性转变（张利率、张喜才，2011）。文洪星等（2020）采用平滑转换误差修正模型分析食品安全丑闻报道对猪肉产销价格传导的关系，研究表明食品安全丑闻报道对猪肉产销价格的冲击效应存在门槛效应与非对称冲击效应。疫病等外部冲击对猪肉价格影响的时间持久，使猪肉市场价格的自我调节机制作用弱化，因此需借助政府的政策手段进行有效调控（张敏等，2020）。

现有文献中，关于生猪疫情对生猪生产、市场价格及相关产品价格波动影响的研究较多，但是，对于外部冲击造成猪肉价格非线性波动的研究较少，且鲜有学者研究生猪疫情对猪肉价格的非线性传

导效应。鉴于2018年8月非洲猪瘟对猪肉行业以及居民生活的冲击巨大，本文重点研究生猪疫情对猪肉价格冲击的非线性效应。本文的边际贡献在于：在研究对象上，关注生猪疫情与猪肉价格波动的非线性关系；在研究内容上，揭示生猪疫情暴发期阶段猪肉价格非线性变化的微观机理，丰富猪肉价格非线性波动的相关理论研究；在研究方法上，采用阈值回归模型测度不同区制下生猪疫情对猪肉价格影响的数量关系，识别引起猪肉价格剧烈波动的阈值点，为建立预警机制提供数据支持。

三、理论分析

(一) 生猪疫情对猪肉价格冲击的传导路径

生猪疫情通过信息扩散和空间传播两个渠道影响市场供需，进而作用于猪肉价格，其传导路径如图1所示。

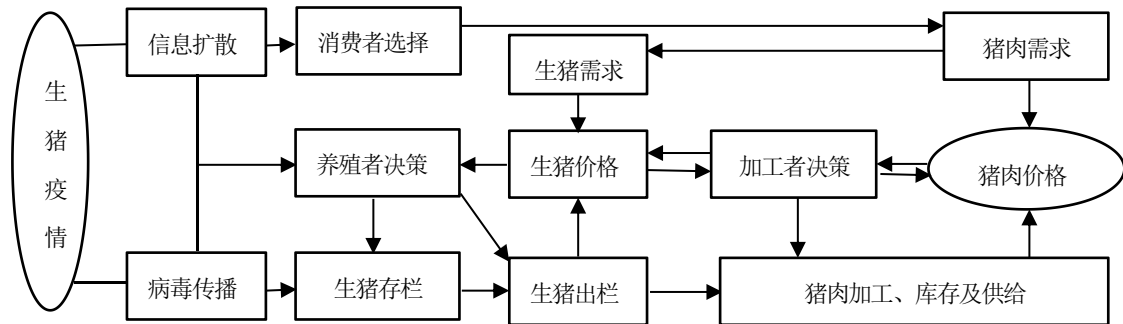


图1 生猪疫情对猪肉价格冲击的传导路径图

生猪疫情暴发需经历初期、暴发期、恢复期三个阶段，各阶段内猪肉供需双方所受冲击的程度有所不同，价格表现也存在差异。因此，本文从这三个阶段详细分析生猪疫情对猪肉价格冲击的传导路径。

1. 疫情初期。从猪肉需求变化角度来看，其影响来源主要是信息扩散。生猪疫情暴发，疫情信息借助主流媒体工具在社会群体中扩散，新闻媒体对风险事件的信息传播，由此形成“社会放大效应”。消费者对此类风险事件产生恐慌心理，减少猪肉购买量，转而增加其他肉类替代品的消费量，致使猪肉需求大幅减少。从猪肉供给变化角度来看，生猪疫情既可以通过病毒传播渠道直接影响供给，也可以借助信息扩散渠道间接影响供给。从病毒传播渠道来看，生猪疫情一般具有传染性和流行性，病原体可以直接传染到易感猪群并以遗传形式感染到后代，也可以通过飞沫和灰尘等载体以空气传播或因运输外购猪而通过运输工具向周围区域传播。疫情暴发初期作用时间较短，病毒传播空间范围有限，受灾面较小，疫病仅导致部分生猪死亡。同时，国家及时采取疫情防控措施，对疫点、疫区的生猪进行扑杀，导致生猪存栏量有所降低，但影响程度较轻。因此，疫情初期的猪肉加工与库存量相应减少，猪肉供给小幅减少。从信息扩散渠道来看，生猪疫情对猪肉供给影响是产业链价格相互作用的结果。第一，在生猪疫情风险事件随媒体传播以及受养殖户同群效应影响的条件下，疫情信息冲击引发养殖户恐慌性出栏行为。例如，受2018年8月非洲猪瘟的影响，当年第四季度全国生猪存栏量同比

下降 1.17%，但出栏量同比增加 0.76%^①。生猪出栏增加使猪肉加工与库存量相应增多，供给增加。第二，疫情暴发导致猪肉需求侧所受影响严重，猪肉价格下降，为防止后期猪肉销量下降带来利润损失，加工企业会低价售卖猪肉，保证收益的稳定增长。例如，牧原集团 2018 年 10 月商品猪销售均价环比下降 2.39%，同期销量环比增加 42.76%^②。第三，因猪肉需求减少进而造成上游生猪需求疲软，生猪价格下降，养殖者为减少预期利润损失加快出栏，进一步增加供给。上述一系列行为导致猪肉供给大幅增加，价格骤降。

2. 疫情暴发期。从需求侧来看，在政府、媒体等社会舆论的积极引导作用下，生猪疫情的正面消息促进消费者消费信心高涨，需求量趋于回升。而在供给侧，随疫情暴发传染时期变长、传播范围变广，病毒传播本身所导致的生猪病死和扑杀量大幅增加使养殖者损失惨重，一些养殖者由于风险承担能力较弱而被迫选择退出市场。此外，防疫成本上升又增加了潜在的养殖风险，部分养殖者为了减少成本、规避养殖风险，可能会选择缩减养殖规模。养殖者的这些行为将直接减少生猪存栏量，进一步导致生猪出栏和猪肉供给减少。而在信息扩散渠道方面，生猪和猪肉价格变化的信号将改变市场参与者的决策，进而影响猪肉供给。对于养殖者而言，生猪需求增加推动生猪价格上升，根据预期理论，养殖者将延迟出栏以获取更多利润，因此生猪出栏下降必然进一步导致猪肉供给偏紧。对于加工企业来说，猪肉需求恢复性增长引起产业链上游生猪需求增加，促使生猪价格上涨，生猪收购成本压力较大，同时下游供小于求致使猪肉价格暴涨，上游生猪收购成本压力以及下游猪肉价格上涨的信号将对加工企业的未来决策产生影响。而加工企业为转嫁成本甚至获得更多利润，会拉大供需缺口，相应减少出库量，则猪肉加工与库存量相对增加，猪肉供给随之减少。在生猪疫情大规模暴发阶段，受养殖者和加工企业决策行为的共同影响，猪肉供需缺口更大，导致猪肉价格暴涨。

3. 疫情恢复期。基于需求变化视角，生猪疫情得到稳定控制的正面信息持续扩散，消费者对猪肉的消费偏好依然存在，因对猪肉的购买欲望继续增强，猪肉需求逐步恢复甚至超过疫情暴发前的市场消费量。基于供给变化视角，从病毒传播渠道来看，疫情传播对于现有生猪存栏的冲击作用基本消失，加之生猪养殖的周期性影响，供给逐渐增加。从信息扩散渠道来看，生猪养殖行业和猪肉加工企业将根据猪肉价格变化调整决策。一方面，猪肉需求恢复使生猪需求增加、价格上涨，生猪养殖行业进入高利润时期，这将会吸引更多养殖者进入市场，促进生猪存栏补给增加，猪肉供给大幅上升，产业链供应稳步增加。另一方面，疫情暴发期猪肉价格上涨的高峰期已过，加工企业预期价格趋于下跌，因此将减少猪肉库存量、增加供给。在猪肉供需均有所上升的情况下，猪肉价格趋于稳定甚至出现下降趋势，最终达到新的均衡价格。

（二）生猪疫情对生猪价格非线性冲击的微观机理分析

猪肉的市场均衡价格是由国内供给、猪肉进口与国内需求的相互作用而形成的，生猪疫情冲击下

^①数据来源：<http://zdscxx.moa.gov.cn:8080/nyb/pc/search.jsp>。比例系笔者计算所得。

^②数据来源：《牧原食品股份有限公司 2018 年 10 月生猪销售简报》，<http://data.eastmoney.com/notices/detail/002714/AN201811051235825241,%7Bgpmc%7D.html>。

猪肉价格波动的实质是供需失衡的结果。不同严重程度的疫情和疫情发展的不同阶段对生猪存出栏的影响不同，进而对猪肉价格的影响程度也会存在差异。总体来看，在疫情初期或疫情较轻的情况下，猪肉价格所受冲击的时期较短并能得以较快恢复，而且猪肉价格波动的社会影响相对温和。当疫情得到全面控制进入恢复期，生猪产业链供给能力逐渐恢复，同时暴发期的猪价高涨驱使恢复期的新产能大幅扩张，猪肉供给逐渐增加甚至可能过剩，猪肉价格逐渐下降。由于疫情暴发期是对生猪产业及猪肉市场带来冲击较大的关键期和风险期，故本文研究重点分析暴发期时生猪疫情对猪肉价格非线性冲击的形成机理。

当生猪疫情处于暴发期时，在需求侧，随着生猪疫情的管控及相关部门宣传、引导力度的增强，生猪疫情正面消息促进消费者信心重塑，消费者对猪肉的需求量快速回升。在供给侧，由于疫情的传染性影响，受灾范围进一步扩大，病死猪大量增加；同时，猪肉价格上涨引致生猪价格上涨，养殖户选择延长出栏时间，使生猪供给量进一步减少，产生马太效应。此时生猪市场供不应求，生猪价格急剧暴涨，市场价格调控陷入困难局面。

接下来，本文详细分析生猪疫情影响下养殖户进行决策行为调整致使生猪供给产生变化的微观机理。根据边际报酬递减规律，当生猪养殖时间未达到特定值时，生猪边际增重增加；随着养殖期加长，可变要素投入逐渐增加，生猪边际增重呈递减趋势^①。假设在生猪养殖所需的饲料成本、人工成本等产业链内部影响因素不变的条件下，若不受其他外部冲击的影响，养殖户对生猪市场价格的预期基本保持不变。理性的养殖户不会在生猪边际增重达到最大时点时出栏，而是会继续饲养，按照边际收益等于边际成本对生猪出栏时间进行决策，以保证其利润最大化。

在生猪疫情暴发的情况下，根据预期理论，养殖户对未来生猪市场价格的预期发生改变，并根据预期价格调整生产决策，这将促使现有生猪市场的供需关系发生改变，从而造成生猪价格的后续变动（孙坚强等，2016）。由于生猪疫情的影响，生猪死亡率上升，存栏下降，生猪供给弹性显著大于需求弹性。在消费者的消费偏好基本稳定的情况下，消费者长期内对猪肉的需求不变。养殖户预期生猪市场会出现供不应求、价格上涨的状态，生猪养殖的边际收益也将增加。此时，养殖户会延长养殖时间，最优的养殖时间会随着预期价格的上涨而延长。在此阶段，随着养殖时间 t 加长，各可变要素投入量增加，生猪边际增重逐渐变小。本文用（1）式表示生猪边际增重随养殖时间变化的关系：

$$MP = k \frac{1}{e^{t/t_0} - 1} \quad (1)$$

（1）式中， t_0 是无生猪疫情等外部因素的影响时，养殖主体为达到利润最大化目标的最优养殖时间； k 表示生猪养殖的标准日增重； $1/e^{t/t_0} - 1$ 代表在加长的养殖期内，生猪增重效率随着养殖时间 t 增加的变化情况，假设 $t=t_0$ （即在无生猪疫情等外部因素影响）时，生猪增重效率为1，此时边际利润为0。由于 $t \geq t_0$ ，所以有： $1/e^{t/t_0} - 1 \in [0,1]$ 。

随着养殖时间加长，生猪总重量增加，其总重量函数为：

^①生猪边际增重也称生猪日增重，即生猪养殖期间每天增加的重量。

$$G = G_0 + \int_{t_0}^t k \frac{1}{e^{t/t_0-1}} dt \quad (2)$$

(2) 式中, G 是每头生猪生产周期内的总重量; G_0 表示在没有外部因素的影响下, 养殖主体在正常情况下根据利润最大化目标所计算的出栏时的生猪重量。

养殖者的生产目标是利润最大化, 其决策的目标函数为:

$$\pi = P^* \cdot \left(G_0 + \int_{t_0}^t k \frac{1}{e^{t/t_0-1}} dt \right) - FC - VC \cdot t \quad (3)$$

(3) 式中, π 为养殖每头生猪所带来的利润; P^* 为生猪疫情发生后养殖者预期的生猪市场价格; FC 为每头生猪在养殖期内总的固定成本; VC 为每头生猪每天所消耗的变动成本, 包括饲料成本、人工成本、水电费、医疗防疫费等养殖期内消耗的各种费用。

将 (3) 式对 t 求偏导可得:

$$d\pi = P^* \cdot k \frac{1}{e^{t/t_0-1}} - VC \quad (4)$$

当 $d\pi = 0$ 时, 目标函数存在极大值, 即:

$$P^* \cdot k \frac{1}{e^{t/t_0-1}} = VC \quad (5)$$

在每头生猪每天耗费变动成本不变的前提下, 若生猪价格上涨, 养殖者会选择延长养殖时间, 使边际收益与变动成本相等, 从而实现利润最大化目标。假设 t_1 是在生猪疫情的影响下, 养殖主体由于预期生猪价格上涨而延迟出栏后的最优养殖时间。由 (5) 式可知养殖期延长的变异系数为^①:

$$\frac{t_1}{t_0} = \ln \frac{P^* \cdot k}{VC} + 1 \quad (6)$$

在其他可变投入要素市场价格不变的情况下, 养殖者对生猪疫情发生后 P^* 的预期越好, 养殖期延长的变异系数也就越大, 则养殖时间会更长。由此, 生猪出栏量将逐渐减少, 供给量也将随之下降。

生猪疫情冲击下, 生猪出栏时间的延迟只是在正常生猪出栏量基础上的延迟, 而正常生猪出栏量受疫情的直接影响, 本文用 $width$ 表示生猪疫情宽度指数^②。根据生猪疫情宽度指数的含义, 假定生猪疫情宽度指数发生单位变化会引起出栏量发生单位变化, 则疫情暴发后正常生猪出栏量为:

$$S_1 = (width_0 / width) S_0 \quad (7)$$

(7) 式中, $width_0$ 是处于正常水平时生猪疫情宽度指数值, $width$ 是疫情发生期内的生猪疫情宽度指数实际值, S_0 是疫情暴发前生猪市场的正常供给量。

^①生猪养殖期延迟的变异系数指受生猪疫情冲击后的最优养殖时间与无外部因素影响时的最优养殖时间的比值。变异系数越大, 表明在生猪疫情冲击下养殖期延长的时间越长。

^②生猪疫情宽度指数, 反映生猪出现疫病的范围情况。该指数是布瑞克农业数据库通过监测各地生猪疫病 (主要包括蓝耳病、猪瘟、急性腹泻、高热) 情况, 然后从暴发范围、严重程度、传播速度等方面量化打分, 综合得出的指数序列, 反映疫病形势。

决策者行为易受到周围相同经营主体的影响，生猪市场养殖者因“同群效应”的作用，均趋向于延长养殖时间，以获得超额利润。在生猪疫情冲击和养殖者延迟出栏的双重影响下，国内生猪供给函数表示为：

$$S = \frac{width_0}{width} \cdot \frac{t_0}{t_1} \cdot S_0 \quad (8)$$

生猪供给减少总量 ΔS 可以由（6）、（8）式推导得出：

$$\Delta S = S_0 \left(1 - \frac{width_0}{width} \cdot \frac{1}{1 + \ln(P^* \cdot k / VC)} \right) \quad (9)$$

由（9）式可知，生猪疫情宽度指数 $width$ 越大，价格上涨越高，生猪供给减少总量 ΔS 越大；而在需求侧，消费者对猪肉的需求量则逐渐恢复。生猪供需缺口因而逐渐扩大，生猪市场均衡价格继续上升，引致生猪饲养周期进一步延长。生猪供需缺口进一步加大将导致生猪价格上涨并进入高机制运行水平。由此可见，生猪价格随疫情严重程度不同而呈现非线性波动特征。

（三）生猪疫情对猪肉价格非线性冲击的微观机理分析

除养殖环节疫情对生猪价格的非线性影响外，加工环节也会产生不同程度“压库惜售”的供应链阻滞效应，致使猪肉价格出现非线性上涨现象。在生猪供给紧缺、出栏价格上涨的前提下，加工企业收购生猪的成本上升，必定会推动猪肉零售价格上涨。同理，在猪肉供不应求、预期市场价格上涨的条件下，加工企业也会调整经营决策，适当延迟销售，从而导致猪肉供给短缺现象进一步恶化。

生猪养殖的周期性较长，短期内猪肉供给弹性小，难以通过进口渠道完全弥补猪肉供需缺口。因此，在国内市场供不应求的条件下，卖方在市场中起主导作用。加工企业预期未来猪肉价格上涨，将会囤积猪肉，限量供应。受2018年8月非洲猪瘟事件的冲击，猪肉市场也出现了不同程度的“抢肉”和“囤肉”现象（石自忠等，2020），受生猪出栏量减少的直接影响，规模较大的加工企业对后市的行情比较看好，普遍存在囤积冷冻肉的操作^①。但在消费者收入约束的条件下，加工企业会适当释放供给，以避免当预期猪肉价格超过消费者可承受的能力时，猪肉价格再上涨导致猪肉滞销的现象。

假定单一加工企业符合可持续性经营条件，在不受生猪疫情的冲击时，每天的猪肉销售量为 Q ，每单位猪肉的销售价格为 P ，销售成本为 C_s ；当出现生猪疫情时，压库率为 ω ，则企业每天的压库量为 $Q \cdot \omega$ 。企业由于减少出库量，每单位猪肉的期望价格增量为 ΔP ，那么企业每天压库所获得的边际收益为：

$$MR = Q \cdot \omega \cdot \Delta P \quad (10)$$

冷冻肉存储需要占用仓库、消耗电费，还需占用一定的资金成本。这里采用 C_d 表示压库销售期间企业每单位猪肉所耗费的成本（包括冷库运行成本、维护成本、资金成本等）。同时，企业延迟出售猪肉的总量是逐渐累积的。生猪疫情发生后，假定加工企业在第 h_0 天开始按照压库率 ω 囤积猪肉，待第 h 天达到最高价格后出售原来的囤积量。则从 h_0 到 h 期间，企业获得的总利润=总库存量以涨价

^①资料来源：《猪肉价格上涨 销量稳定 行业集中度或进一步提升》，http://www.ce.cn/cysc/sp/info/201908/27/t20190827_33013427.shtml。

前的价格销售所获得的利润+总囤积量以涨价后的价格销售所获得的增量利润，其利润函数为：

$$R = Q(P - C_s)(h - h_0) + Q\omega\Delta P(h - h_0) - \int_{h_0}^h Q\omega C_d(h - h_0) \quad (11)$$

将 (11) 式对 h 求偏导可得：

$$\frac{dR}{dh} = Q(P - C_s)(h - h_0) + Q\omega\Delta P - Q\omega C_d(h - h_0) \quad (12)$$

(12) 式中，当 $\frac{dR}{dh} = 0$ 时，利润函数存在极大值，由此可得：

$$\Delta P = C_d(h - h_0) - \frac{P - C_s}{\omega} \quad (13)$$

从 (13) 式可以看出，在压库率一定的情况下，压库时间越长， ΔP 越大，加工企业越增加囤积量，对市场上猪肉价格上涨的推动作用就越大。这一推动作用是通过各个企业囤积量的累加效应实现的。因为猪肉需求弹性较小，在市场上总供给量减少的情况下，猪肉供不应求，导致价格上涨。此时加工企业倾向于压库惜售，从而形成恶性循环。但在延迟销售的过程中，当猪肉价格上涨达到消费者的最高心理价位时，市场消费量将会下降。这时加工企业又会适当增加猪肉出库量，增大供给并保持在稳定水平。经过供需的动态调整后，最终价格达到新的均衡点。加工环节的这一调整过程又进一步加剧了猪肉价格的非线性波动。

总之，在生猪疫情暴发期，疫情对猪肉价格冲击的总效应是生猪生产和猪肉加工两个环节的累积效应之和。这一叠加作用共同推动了猪肉价格的剧烈波动，从而使猪肉价格出现爆炸式的增长态势。

四、研究设计

(一) 变量选取及数据来源

2009 年猪丹毒、猪肺疫、蓝耳病出现的频率较高，2009 年的生猪疫情较为严重；且生猪疫情宽度指数自 2009 年 2 月公布。因此，从数据的可得性与生猪疫情暴发的现实情形两方面考虑，本文选取数据样本区间为 2009 年 2 月至 2020 年 2 月的时间序列数据。

1. 因变量。本文的研究目的是测度不同区制下生猪疫情对猪肉价格的影响，因此选取猪肉价格 (*pork*) 作为因变量，以去皮带骨猪肉集市价格作为猪肉价格的代理变量。数据来源于布瑞克农业数据库^①。

2. 核心自变量。生猪疫情宽度指数 (*width*)，选取生猪疫情宽度指数作为衡量生猪疫情暴发情况的代理变量。该指数可以综合衡量全国范围内生猪疫情暴发情况，主要从暴发范围、严重程度、传播速度等几方面量化打分综合得出，数据来自布瑞克农业数据库。

3. 控制变量。参考现有关于猪肉价格变动的相关文献，本文选取以下控制变量。①养殖成本。生猪养殖环节中发生的费用是导致猪肉价格变动的主要因素 (张磊等, 2008)，仔猪成本和饲料成本是生猪养殖成本的重要组成部分，占饲养总成本的 80% 以上 (张敏等, 2018)，本文以仔猪集市价格

^① <http://www.agdata.cn>。

(*piglet*) 和饲料成本 (*fc*) 作为衡量养殖成本的关键性指标。②生猪存栏量 (*stock*)。生猪存栏是决定猪肉供给量的基础性指标, 从供给侧影响猪肉价格。③替代品价格。牛肉、羊肉和鸡肉作为主要的肉类消费品, 对猪肉具有替代作用, 其价格变化必然影响猪肉价格。由于鸡肉是中国仅次于猪肉的第二大肉类消费品, 同时鉴于牛肉和羊肉的价格又普遍较高, 因此鸡肉对猪肉的替代效应明显, 成为猪肉的主要替代品(石自忠等, 2013)。本文选取白条鸡集市价格 (*chicken*) 衡量替代品价格变动对猪肉价格的影响作用。④国民经济水平。猪肉价格的变化与宏观国民经济情况密切相关, 国民经济水平的提高必然会拉动内需, 进而推动物价上涨(杨静、姜会明, 2015)。本文选取国内生产总值 (*gdp*) 衡量经济增长水平, 作为影响猪肉价格的宏观经济因素, 同时采用插值法将 GDP 季度数据转换为月度数据, 频率转换通过 Eviews 9.0 软件实现^①。在控制变量的数据来源中, GDP 数据来源于国家统计局^②, 其他数据均来自布瑞克数据库。

为消除季节性因素的影响, 本文采取 X-13 的方法对猪肉价格、饲料成本、仔猪集市价格、生猪存栏量、白条鸡集市价格和国内生产总值做季节调整。以货币为单位的数据采用消费者物价指数进行价格平减, 并对所有变量取对数处理, 以消除异方差性影响。

所有变量的描述性统计如表 1 所示。从表 1 中可以看出, 生猪疫情宽度指数的标准差较大, 表明生猪疫情波动情况较为剧烈。

表 1 变量的描述性统计

变量名	变量含义	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
<i>ln pork</i>	去皮带骨猪肉集市价格(取对数)	3.052	0.175	2.817	3.024	3.714
<i>ln width</i>	生猪疫情宽度指数(取对数)	-1.308	0.392	-2.526	-1.328	-0.301
<i>ln fc</i>	饲料成本(取对数)	6.397	0.165	6.090	6.476	6.606
<i>ln piglet</i>	仔猪集市价格(取对数)	3.197	0.312	2.667	3.175	4.155
<i>ln stock</i>	生猪存栏量(取对数)	10.670	0.100	10.299	10.701	10.761
<i>ln chicken</i>	白条鸡集市价格(取对数)	2.733	0.070	2.608	2.735	2.989
<i>ln gdp</i>	国内生产总值(取对数)	10.753	0.355	10.033	10.767	11.246

(二) 模型设定

阈值回归模型是一种重要的结构变化模型, 通过模型预测找到阈值并将样本分割在不同区间, 当观测变量通过未知阈值时, 函数模型具有分线段特征, 且发生区制变化。阈值回归模型不仅可以测度出阈值点, 而且可以清楚地观测到不同区制内阈值变量对被解释变量的具体影响程度, 明确考察本研究中生猪疫情造成猪肉价格非线性变化的机制转换点, 对于生猪疫情的风险防控具有一定的参考价值。因此, 本文借助 Tong (1983) 和 Hansen (2000) 提出的阈值回归模型分析生猪疫情对猪肉价格的冲击效应随疫情严重程度变化而呈现的非线性特征。阈值回归模型的基本表达形式设定为:

^①依据高铁梅(2009)提出的经济数据频率由低频到高频的转换方式, 本文将 GDP 季度数据经过季节调整后再进行频率转换。

^②<https://data.stats.gov.cn/>。

$$y_i = \alpha_0 + \sum_{k=1}^m \alpha_k x_{ik} I(q_i, \gamma) + e_i \quad (14)$$

(14) 式中, y_i 为被解释变量, x_{ik} 为解释变量, 其中, i 为观测样本的序号, k 为解释变量的个数。定义 $I(q_i, \gamma)$ 为指示性函数, 阈值变量 q_i 在 γ 集合上, e_i 为扰动项。

若存在一个阈值, 则划分为两个区制, 模型表达式为:

$$y_i = \left(\alpha_0 + \sum_{k=1}^m \alpha_k x_{ik} \right) I(q_i < \gamma_1) + \left(\beta_0 + \sum_{k=1}^m \beta_k x_{ik} \right) I(q_i \geq \gamma_1) + e_i \quad (15)$$

(15) 式中, 被解释变量 y_i 在本研究中指去皮带骨猪肉集市价格 (*pork*)。阈值变量 q_i 为解释变量 x_{ik} 的一个元素。 γ_1 为阈值参数, 区制 1、区制 2 的转换条件分别为: $q_i < \gamma_1$, $q_i \geq \gamma_1$ 。参数 α_k 为阈值变量小于阈值参数 (即 $q_i < \gamma_1$) 时的自回归斜率, 参数 β_k 为阈值变量大于或等于阈值参数 (即 $q_i \geq \gamma_1$) 时的自回归斜率。 e_i 为扰动项。

本文将阈值变量 q_i 设为生猪疫情宽度指数 (*width*), 解释变量 x_{ik} 包含生猪疫情宽度指数 (*width*)、仔猪集市价格 (*piglet*)、饲料成本 (*fc*)、生猪存栏量 (*stock*)、白条鸡集市价格 (*chicken*)、国民经济水平 (*gdp*) 6 个变量。则 (15) 式中, $m = 6$ 。

本文选用 X_i 和 $X_i(\gamma)$ 作为替代向量, 表示为: $X_i = (1, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}, x_{i5}, x_{i6})$, $X_i(\gamma) = (X_i' I(q_i < \gamma_1), X_i' I(q_i \geq \gamma_1))$, 分别替代 (15) 式中的所有解释变量。则 (15) 式可以表示为:

$$y_i = X_i' \alpha I(q_i < \gamma_1) + X_i' \beta I(q_i \geq \gamma_1) + e_i \quad (16)$$

或表示为:

$$y_i = X_i(\gamma)' \theta + e_i \quad (17)$$

(17) 式中, 最重要的是 γ 、 θ 值的确定, 其中, $\theta = (\alpha' \beta')$ 。在残差为独立同分布的假定条件下, 应采取最大似然估计方法。鉴于阈值回归方程是非线性及不连续的, 则采用序列条件似然估计方法结果最优。在 γ 值给定时, 似然估计的 θ 为:

$$\hat{\theta}(\gamma) = \left(\sum_{i=1}^n X_i(\gamma) X_i(\gamma)' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i(\gamma) y_i \right) \quad (18)$$

根据 (18) 式计算残差, 计算式为: $e_i = y_i - X_i(\gamma)' \hat{\theta}(\gamma)$ 。则残差方差为:

$$\sigma_n^2(\gamma) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i(\gamma)^2 \quad (19)$$

假定 γ 被限制在一个有界集合 $[\underline{\gamma}, \bar{\gamma}]$ 内, 则使 (19) 式最小化的表达式为:

$$\hat{\gamma} = \arg \min \sigma_n^2(\gamma) \quad (20)$$

将 γ 具体化为阈值变量 q_i , 则有:

$$\hat{\gamma} = \arg \min \sigma_n^2(q_i) \quad (21)$$

根据阈值回归模型的阈值变量估计原理, 即残差方差最小 (Tong, 1983), 可得阈值参数估计值,

继而得到其他参数估计值。

五、模型估计结果分析

（一）生猪疫情与猪肉价格的动态关系分析

在阈值回归结果分析之前，本文先刻画生猪疫情与猪肉价格的变动趋势图（见图2）。从图2中可以看出，猪肉价格随生猪疫情宽度指数的增加而呈现滞后性上涨的态势。其中，2009年6月、2011年1月、2019年1月是生猪疫情宽度指数的三个峰值，对应的生猪疫情宽度指数分别为0.55、0.39、0.74。这与2009年猪肺炎、猪丹毒，2011年、2012年口蹄疫以及2018年大规模暴发的非洲猪瘟具有较大的相关性。在这三个时点之后，相应的猪肉价格均逐渐上涨至极值点。如2011年1月生猪疫情宽度指数达到峰值后，猪肉价格开始迅速上涨并在2011年7月达到极值，对应价格为27.62元/千克。此外，2018年9月至2019年6月为生猪疫情宽度指数的最高时期，此时正值非洲猪瘟大规模暴发阶段，随着生猪疫情宽度指数变化，猪肉价格也自2019年2月的17.20元/千克暴涨至2020年2月的42.42元/千克，一年内价格增长率高达146.63%，出现价格高位运行状态。由此可见，生猪疫情宽度指数与猪肉价格之间具有一定的动态相关关系，且两者在变化形式上存在时滞性规律。



图2 生猪疫情与猪肉价格变化趋势图

（二）平稳性检验

在模型回归之前，首先对时间序列进行平稳性检验，原假设为：被检验序列存在单位根。检验结果如表2所示：在5%的显著性水平上，生猪疫情宽度指数、食品类消费者物价指数拒绝原假设，即不存在单位根，表明原序列为平稳序列；其他变量不拒绝原假设，即存在单位根，表明原序列为非平稳序列。本文进一步对非平稳序列一阶差分后的数据进行单位根检验，结果均拒绝原假设，表明一阶差分序列为平稳序列。

表2 平稳性检验 (ADF 检验)

变量	原序列				一阶差分序列			
	ADF	5%	p 值	平稳性	ADF	5%	p 值	平稳性
$\ln pork$	-1.542	-3.444	0.810	不平稳	-5.469	-1.943	0.000	平稳
$\ln width$	-5.594	-2.884	0.000	平稳	—	—	—	—
$\ln fc$	-2.476	-3.444	0.340	不平稳	-10.086	-1.943	0.000	平稳
$\ln piglet$	-2.323	-3.444	0.418	不平稳	-5.247	-1.943	0.000	平稳
$\ln stock$	-1.145	-1.943	0.229	不平稳	-6.284	-1.943	0.000	平稳
$\ln chicken$	-2.778	-2.884	0.064	不平稳	-6.474	-1.943	0.000	平稳
$\ln gdp$	-1.854	-3.446	0.672	不平稳	-2.353	-1.943	0.019	平稳

(三) 非线性检验

为验证猪肉价格波动存在的非线性效应,本文采用 BDS 统计量检验猪肉价格波动是否存在非线性特征, BDS 检验结果如表 3 所示。BDS 统计量检验的原假设为: 时间序列为独立同分布过程。如果检验结果拒绝原假设, 则表明时间序列存在非线性关系。从表 3 可以看出, 随着嵌入维度增大, BDS 统计量逐渐变大, z 统计量服从标准正态分布, 且是 BDS 统计量的极限分布。BDS 统计量检验的概率值均小于 0.01, 因此在 1%水平上均拒绝原假设。该检验结果表明, 猪肉价格时间序列存在非线性关系。

表3 猪肉价格时间序列的非线性检验结果

嵌入维度	BDS 统计量	标准量	z统计量	p值	自举抽样p值
2	0.062	0.006	9.677	0.000	0.000
3	0.109	0.010	10.673	0.000	0.000
4	0.131	0.012	10.800	0.000	0.000
5	0.135	0.013	10.667	0.000	0.000

注: 在 BDS 统计量检验中, 设置维数距离 $\varepsilon = 0.7$, 嵌入维度 $n = 5$, 并进行自举抽样 10000 次以增强测试结果的准确性。

(四) 阈值变量滞后期数的确定

在进行阈值回归操作时, 考虑生猪疫情对猪肉价格具有滞后性影响, 同时依据 AIC 最小准则和 SSR 最小准则确定阈值变量的滞后期数, 阈值变量滞后期数的检验结果如表 4 所示。由表 4 可知, 当生猪疫情宽度指数滞后 5 期时, AIC 值和 SSR 值均最小, 因此确定阈值变量的滞后期数为 5 期^①。

表4 阈值变量滞后期数的确定

阈值变量	AIC值	SSR值	区制
$\ln width(-1)$	-5.012	0.046	1
$\ln width(-2)$	-4.992	0.047	1
$\ln width(-3)$	-4.941	0.049	1
$\ln width(-4)$	-4.927	0.049	1

^①本文选取的样本数据为月度时间序列数据, 滞后 5 期即为滞后 5 个月。

$\ln width(-5)$	-5.016	0.040	2
-----------------	--------	-------	---

(五) 阈值回归结果

根据 Bai-perron 测定方法确定阈值个数, 阈值个数测定结果如表 5 所示。在 5% 的显著性水平上, 1 个阈值为最优选择。以滞后 5 期的生猪疫情宽度指数为阈值变量时得到 1 个阈值估计参数, 即表 5 中的分割值 (-1.050), 该值对应的实际生猪疫情宽度指数为 0.35^①。该阈值将样本数据划分为两个区制, 阈值回归结果如表 6 所示。

表 5 以生猪疫情宽度指数为阈值变量的阈值个数测定结果

阈值变量	阈值测定	阈值数量	F 统计量	S-F 统计量	临界值	序贯值	分割值
$\ln width(-5)$	0vs.1**	1	3.593	25.153	21.870	-1.050	-1.050
	1vs.2	2	1.758	12.303	24.170	—	—

注: “0vs.1” 表示 0 个阈值和 1 个阈值的对比, **表示 1 个阈值在 5% 的显著性水平上优于 0 个阈值。

表 6 以生猪疫情宽度指数为阈值变量的模型回归结果

	线性回归		阈值回归 (区制一)		阈值回归 (区制二)	
	系数	p 值	$\ln width(-5) < -1.050$	p 值	$\ln width(-5) \geq -1.050$	p 值
$\ln width(-5)$	-0.003	0.559	-0.014	0.106	0.078***	0.010
$d \ln piglet$	0.550***	0.000	0.518***	0.000	0.455***	0.000
$d \ln chicken$	0.218**	0.050	0.213*	0.067	0.731**	0.025
$d \ln fc$	0.191***	0.005	0.130*	0.068	-0.225	0.405
$d \ln gdp$	-0.071	0.421	-0.047	0.573	2.710***	0.007
$d \ln stock$	-0.112	0.429	0.242	0.228	-0.188	0.410
常数项	-0.004	0.662	-0.018	0.135	0.040*	0.087
F-statistic	71.043		39.643			
R ²	0.779		0.819			
Adjusted R ²	0.768		0.798			

注: ***, **, * 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

为得到平稳序列, 本文对猪肉价格进行了取对数及一阶差分处理, 因此被解释变量为猪肉价格增长率。从表 6 估计结果来看, 线性回归结果中滞后 5 期的生猪疫情宽度指数不显著, 且拟合优度低于阈值回归结果的拟合优度。这表明, 滞后 5 期的生猪疫情宽度指数与猪肉价格之间不存在显著的线性关系, 因此采用阈值回归更具科学性。

表 6 中, 区制一阈值回归的系数之和为 1.042, 区制二阈值回归的系数之和为 3.561, 后者高于前者, 并且约是前者的 3 倍。这表明, 区制二的猪肉价格波动幅度较大。当实际生猪疫情宽度指数低于阈值 0.35 时, 猪肉价格基本处于平稳状态; 当生猪疫情宽度指数高于阈值 0.35 时, 猪肉价格处于剧烈波动的状态。在区制一中, 滞后 5 期的生猪疫情宽度指数对猪肉价格增长率的影响作用不显著, 表明在疫情程度较轻时, 疫情冲击对猪肉价格的波动无明显的影响关系, 猪肉价格近似处于平稳的运行状

^① 由于在进行阈值回归操作时将生猪疫情宽度指数取对数, 因此阈值点对应的实际生猪疫情宽度指数为 $e^{-1.050}$ 。

态。在区制二中，滞后 5 期的生猪疫情宽度指数对猪肉价格增长率的影响系数为 0.078，且在 1%的水平上显著，表明当生猪疫情宽度指数超过阈值时，其对猪肉价格波动存在显著的正向影响。

生猪疫情对猪肉价格的影响存在明显的区制变化特征，在区制一中，滞后 5 期的生猪疫情宽度指数对猪肉价格的影响不显著。主要原因是生猪疫情宽度指数较小时，疫情传播范围有限，疫病防控措施较易实施，对小部分疫区养殖空间进行隔离能够较快控制疫病蔓延趋势，因此受疫情影响而染病的生猪基数较小，生猪存栏及后代商品猪减少幅度也较小。同时，非疫区生猪存栏量保持稳定，总体供给量在短期略有下降，此时消费者需求受疫情影响有所下降，整体供需处于均衡水平，价格保持相对稳定。随着疫情防控措施的有效实施，小规模疫情得到控制，存栏量的微幅下降对后代商品猪的影响不大，生猪供给量可迅速恢复至疫情暴发前的水平。因此，小规模疫情的暴发对猪肉市场的冲击可在市场机制自我调节的作用下恢复常态，猪肉价格不会出现剧烈震动。同时，回归模型中又将生猪疫情宽度指数滞后 5 期，在此时点生猪疫情已全面控制，生猪疫情对猪肉价格的影响基本消失。

在区制二中，当生猪疫情宽度指数较大时，滞后 5 期的生猪疫情宽度指数对猪肉价格增长率有显著的正向影响。这表明，生猪疫情程度严重时，疫情扩散导致受灾面积广、影响程度深、持续时间长，受疫情影响而感染的生猪数量多，能繁母猪死亡率也较高，因此整体存栏量大幅下降。这严重影响到后期生猪的繁殖能力，再加上生猪养殖周期较长，大量种猪减少造成生产水平下降，生猪供给量在短期内难以恢复。此外，养殖户预期消费者需求在疫情暴发后将会逐步恢复，生猪市场供不应求将推动生猪价格上涨，因此选择延长出栏时间，减少生猪供应量以致猪肉供给紧张。除养殖户延迟出栏行为外，猪肉加工企业延迟销售，等待价格高峰期出售猪肉的决策行为更加剧了猪肉供给短缺的局面。从需求侧来看，虽在疫情发生初期消费者的消费信心不足，但随着疫情防控措施及宣传、引导力度增强，消费者对猪肉的消费信心重塑，消费偏好影响甚至导致市场需求量超过疫情暴发前，猪肉市场出现明显的供给不足和需求回升的现象，因此造成猪肉价格暴涨，进而波及生猪产业链上下游的产品价格。从表 6 的回归结果可以看出，在区制二中，仔猪价格对猪肉价格的正向影响较大，说明在重大生猪疫情冲击下，生猪产量缺口大，因此产业链价格传导顺畅，上游仔猪价格上涨能够推动猪肉价格上涨。当生猪疫情滞后 5 期后，鸡肉价格对猪肉价格具有明显的正向影响。这说明，生猪疫情暴发期，鸡肉作为猪肉的最佳替代品，猪肉价格的上涨可能使大量消费者转而增加对鸡肉的需求。但当生猪疫情暴发 5 个月 after，猪肉需求得到一定恢复，此时鸡肉价格的上涨更加推动了猪肉需求量的增加，因此鸡肉价格变化对猪肉价格的影响较大。

六、研究结论与政策启示

本文首先梳理了生猪疫情对猪肉价格冲击的传导路径。其次，本文基于边际报酬递减规律、利润最大化均衡条件和预期理论构造了生猪总重量函数、养殖者和加工企业的利润函数，通过理论分析表明不同严重程度的生猪疫情对猪肉价格的影响存在差异，即生猪疫情对猪肉价格波动具有非线性冲击效应。最后，依据 2009 年 2 月至 2020 年 2 月的样本数据，本文采用阈值回归模型分析不同疫情影响下猪肉价格的不同反应。研究表明：其一，当以滞后 5 期的生猪疫情宽度指数作为阈值变量时，

生猪疫情对猪肉价格的影响存在 1 个阈值点；其二，当实际生猪疫情宽度指数低于阈值 0.35 时，疫情冲击对猪肉价格波动无明显的正向影响关系，猪肉价格处于平稳的运行状态；其三，当实际生猪疫情宽度指数高于阈值 0.35 时，生猪疫情对猪肉价格波动存在显著的正向影响。综上表明，生猪疫情对猪肉价格波动冲击具有明显的阈值效应。

基于研究结论，本文得出以下政策启示。第一，强化生猪疫情应急管理体系，完善猪肉价格干预机制。运用生猪疫情宽度指数对猪肉价格影响的阈值点，畜牧管理部门要强化生猪疫情应急管理措施。高效发挥猪肉储备制度的作用，精准适时投放储备猪肉，增强“蓄水池”和“缓冲器”的调节作用。此外，完善疫情风险下的猪肉价格干预机制，依据成本导向和公平公正原则，养猪行业协会应积极引导多方参与协商定价，避免因个别企业借机哄抬猪价而引致的跟风自利行为助推价格普遍高涨。第二，充分利用猪肉价格监测数据，提高价格预期管理水平。充分利用大数据技术实时监测更新猪肉价格，构建有效的预警分析系统，合理引导市场预期，避免生猪养殖者的盲目决策行为和消费者恐慌心理。逐步完善猪肉“保险+期货”模式，借助金融市场的风险管理工具稳定猪肉价格，利用期货市场的价格发现功能引导供求平衡。第三，建立疫情期生猪标准重出栏制度，倡导企业履行社会责任。畜牧管理部门应根据不同品种生猪制定不同的标准出栏重，强制实施标准重出栏制度，加强生猪出栏监管力度，对于按标准重出栏的养殖者给予一定政策补贴，促使养殖者按照标准出栏重及时出栏。另外，市场监管部门也应加强对猪肉加工企业的监管力度，避免出现囤积居奇、串通涨价等扰乱市场秩序的行为，倡导企业履行社会责任，兼顾长远利益，减缓生猪疫情暴发期间的猪肉供给压力。

参考文献

- 1.段琮琮、刘灵芝，2020：《非洲猪瘟疫情影响下我国畜禽产品价格波动的动态关系研究——基于舆情管理视角》，《农业现代化研究》第4期。
- 2.胡浩、戈阳，2020：《非洲猪瘟疫情对我国生猪生产与市场的影响》，《中国畜牧杂志》第1期。
- 3.胡向东、郭世娟，2018：《疫情对生猪市场价格影响研究——兼析非洲猪瘟对产业冲击及应对策略》，《价格理论与实践》第12期。
- 4.胡向东、王济民，2010：《中国猪肉价格指数的门限效应及政策分析》，《农业技术经济》第7期。
- 5.高铁梅，2009：《计量经济分析方法与建模：Eviews应用及实例（第二版）》，北京：清华大学出版社。
- 6.刘明月、张淑霞，2014：《禽流感疫情事件对新疆鸡蛋价格的冲击效应分析》，《统计与决策》第15期。
- 7.罗千峰、张利庠，2018：《基于B-N分解法的我国生猪价格波动特征研究》，《农业技术经济》第7期。
- 8.毛学峰、曾寅初，2008：《基于时间序列分解的生猪价格周期识别》，《中国农村经济》第12期。
- 9.毛学峰、曾寅初，2009：《我国生猪市场价格动态变动规律研究——基于月度价格非线性模型分析》，《农业技术经济》第3期。
- 10.盛芳芳、张玉梅、陈志钢，2020：《非洲猪瘟与中美贸易摩擦对中国猪肉市场及贸易的影响分析》，《农村经济》第12期。
- 11.石自忠、王明利、胡向东，2016：《中国畜产品市场状态转换特征分析》，《农业技术经济》第7期。

- 12.石自忠、王明利、刘玉凤, 2013: 《猪肉价格变动对其他畜禽肉类价格的影响》, 《农业展望》第5期。
- 13.石自忠、周慧、胡向东, 2020: 《疫病冲击对中国畜产品价格波动的影响》, 《农业现代化研究》第5期。
- 14.孙坚强、崔小梅、蔡玉梅, 2016: 《PPI 和 CPI 的非线性传导: 产业链与价格预期机制》, 《经济研究》第10期。
- 15.王静怡、陈珏颖、秦富、刘合光, 2015: 《中国猪肉产业链市场价格传导机制》, 《中国农业大学学报》第2期。
- 16.王双正, 2020: 《我国生猪产业发展与市场调控: 反思与前瞻》, 《价格理论与实践》第4期。
- 17.王秀清、H. T. Weldegebriel、A. J. Rayner, 2007: 《纵向关联市场间的价格传递》, 《经济学(季刊)》第3期。
- 18.文洪星、韩青、刘锦怡, 2020: 《食品安全丑闻报道与产销价格传导——基于中国猪肉市场的经验研究》, 《农业技术经济》第2期。
- 19.夏龙、何伟, 2016: 《基于极值理论的生猪市场价格风险识别与预警研究》, 《华中农业大学学报(社会科学版)》第1期。
- 20.许彪、施亮、刘洋, 2014: 《我国生猪价格预测及实证研究》, 《农业经济问题》第8期。
- 21.杨静、姜会明, 2015: 《吉林省猪肉价格波动现状及影响因素评价》, 《中国畜牧杂志》第6期。
- 22.于爱芝、王鹤, 2016: 《基于阈值协整的我国猪肉价格与 CPI 关系研究》, 《华中农业大学学报(社会科学版)》第3期。
- 23.于爱芝、郑少华, 2013: 《我国猪肉产业链价格的非对称传递研究》, 《农业技术经济》第9期。
- 24.张磊、王娜、谭向勇, 2008: 《猪肉价格形成过程及产业链各环节成本收益分析——以北京市为例》, 《中国农村经济》第12期。
- 25.张利庠、张喜才, 2011: 《外部冲击对我国农产品价格波动的影响研究——基于农业产业链视角》, 《管理世界》第1期。
- 26.张敏、柳思维、刘凤根, 2018: 《中国猪肉价格变动的时空效应》, 《经济地理》第12期。
- 27.张敏、余乐安、刘凤根, 2020: 《生猪产业链价格的区制转移与非线性动态调整行为研究》, 《中国管理科学》第1期。
- 28.张喜才、张利庠、卞秋实, 2012: 《外部冲击对生猪产业链价格波动的影响及调控机制研究》, 《农业技术经济》第7期。
29. Abdulai, A., 2002, "Using Threshold Cointegration to Estimate Asymmetric Price Transmission in the Swiss Pork Market", *Applied Economics*, 34(6): 679-687.
30. Cechura, L., and L. Sobrova, 2008, "The Price Transmission in Pork Meat Agri-food Chain", *Agricultural Economics-Zemledelska Ekonomika*, 54(2): 77-84.
31. Chen, P. F., and C. C. Lee, 2008, "Nonlinear Adjustments in Deviations from the Law of One Price for Wholesale Hog Prices", *Agricultural Economics*, 39(1): 123-134.
32. Hansen, B. E., 2000, "Sample Splitting and Threshold Estimation", *Econometrica*, 68(3): 575-603.
33. Tong, H., 1983, *Threshold Models in Nonlinear Time Series Analysis: Lecture Notes in Statistics*, Berlin: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4684-7888-4>.

(作者单位: ¹河南农业大学经济与管理学院;

²中国农业大学经济管理学院)

(责任编辑: 黄 易)

The Formation Mechanism and Test of the Non-linear Impact of Pig Epidemics on Pork Prices

SU Guifang HUA Junguo SUN Wenshan LI Keyu

Abstract: This article analyzes the mechanism of the non-linear impact of pig epidemics on pork prices, collects the monthly data related to pork prices from February 2009 to February 2020, and constructs a threshold regression model with width index of pig epidemics as the threshold variable to examine the threshold effect of pig epidemics on the fluctuation of pork prices. The results show that there is a threshold point for the impact of pig epidemics width index with a lag of five-period on the growth rate of pork prices. There are two operating mechanisms for the fluctuation of pork prices. When the actual pig epidemics width index is lower than the threshold value of 0.35, pig epidemics generate no significant positive impact on the fluctuation of pork prices. When the actual pig epidemics width index is higher than the threshold value of 0.35, pig epidemics have a significant positive impact on the fluctuation of pork prices. Based on these conclusions, on the one hand, it is recommended to use the threshold as a reference value for the prevention and control of major pig epidemics, strengthen the emergency control mechanism of pig epidemics, and improve the management level of price expectation. On the other hand, it is necessary to strengthen the supervision of pig slaughter and establish standards for pigs during the period of epidemics. The above measures can alleviate the severe impact of the sudden major pig epidemics on the pork supply chain, so as to promote the long-term and stable operation of pork prices.

Keywords: Pig Epidemic; Pork Price; Non-linear Impact; Threshold Effect