

引用:李炜,赵明正,张相龙,等. 不确定性冲击下生猪市场价格波动研究[J]. 河南农业大学学报, 2024, 58(4): 687-698.  
DOI:10.16445/j.cnki.1000-2340.20240407.001

## 不确定性冲击下生猪市场价格波动研究

李炜<sup>1</sup>, 赵明正<sup>1</sup>, 张相龙<sup>1</sup>, 苏贵芳<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学经济与管理学院, 河南 郑州 450046;

2. 西北农林科技大学经济管理学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**【目的】生猪产业面临的不确定性冲击极易引起生猪市场价格大起大落,探究不确定性冲击对生猪市场价格波动机制对于缓解生猪市场价格剧烈波动、促进生猪产业健康发展具有重要意义。【方法】基于 2009 年 2 月—2021 年 10 月的时间序列数据,运用 MS-VAR 模型与 TVP-VAR 模型,探究各类不确定性冲击对生猪市场价格的波动机制与冲击效应。【结果】1) 不确定性冲击下生猪市场价格存在显著的区制转换特征。2018 年以来,生猪市场价格在下跌和上涨区制转换频繁。2) 外部不确定性因素在中长期内对生猪市场价格的冲击存在差异性。其中,中国经济政策变动对生猪市场价格呈长时间高强度的正向影响,是影响生猪市场价格的重要因素,而生猪疫情整体上呈负向冲击效应。3) 生猪产业中内部不确定性因素对生猪市场价格具有双向性。生猪繁育、养殖与终端消费变动因素对生猪市场价格存在正负交替冲击效应。【结论】需要完善生猪生产标准化体系,掌握突发性疫情事件发展对生猪市场价格影响的演变规律,强化生猪市场应对不确定性能力,以确保生猪产业稳定发展。

**关键词:**生猪市场价格;不确定性冲击;TVP-VAR 模型

中图分类号:F323

文献标志码:A

文章编号:1000-2340(2024)04-0687-12

## Research on the price fluctuation of hog market under uncertainty shocks

LI Wei<sup>1</sup>, ZHAO Mingzheng<sup>1</sup>, ZHANG Xianglong<sup>1</sup>, SU Guifang<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China;

2. College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】The external uncertainty shocks faced by the hog industry can easily cause the hog market price to rise and fall. Exploring the mechanism of uncertainty impact on the price fluctuation of the hog market is of great significance for alleviating the hog fluctuation and promoting the healthy development of the hog industry. 【Method】Based on the time series data from February 2009 to October 2021, MS-VAR model and TVP-VAR model are used to explore the fluctuation mechanism and impact effect of various uncertainty shocks on the hog market price. 【Result】1) Hog market prices under uncertainty shocks are characterized by significant regime switching and have switched frequently between down and up regimes since 2018. 2) There are differences in the impact of external uncertainty shocks on the hog market price in the medium and long term. Among them, China's eco-

收稿日期:2023-11-17

基金项目:国家自然科学基金项目(72373036);教育部人文社会科学研究专项任务项目(18JF206);教育部人文社会科学研究青年基金项目(19YJC790194)

作者简介:李炜(1999—),女,河南长葛人,硕士研究生,主要从事畜牧经济研究。

通信作者:赵明正(1989—),男,河南社旗人,副教授,博士。

conomic policy changes have a positive impact on the hog market price with high intensity in the long run, which is an important factor affecting the hog market price, while the hog epidemic as a whole has a negative impact effect. 3) Internal uncertainty shocks in the hog industry have bidirectionality to the hog market price, and there are positive and negative alternating impact effects on the hog market price from hog breeding, feeding and terminal consumption shocks. 【Conclusion】This paper proposes to improve the standardization system of hog production, master the law of the impact of sudden epidemic events on the hog market price, and strengthen the ability of the hog market to cope with uncertainty, so as to ensure the stable development of the hog industry.

**Key words:** hog market price; uncertainty shock; the TVP-VAR model

生猪产业是事关食品安全的重要支撑产业和重大民生产业。生猪市场价格稳定对保障国家农产品供给、促进农民增收与国民经济平稳运行具有重要意义。然而,现阶段不确定性事件如资源环境约束<sup>[1]</sup>、贸易保护和市场风险<sup>[2-4]</sup>等频繁发生,叠加全球性疫病因素考验<sup>[5]</sup>,极易打破原有市场均衡状态导致生猪市场价格持续大幅波动,更有甚者对生猪产业与国民经济造成难以预测和控制的损失<sup>[6]</sup>。基于猪价持续大幅波动及中国生猪产业可持续发展面临的现实困境,2023年中央一号文件着重强调要保护生猪基础产能、健全生猪产业平稳有序发展长效机制,奠定了中国生猪产业落实产能优化长效机制、防止生产大起大落的总基调。2024年中央一号文件更是强调要加强“菜篮子”产品应急保供基地建设,优化生猪产能调控机制。因此,探索如何规避价格波动大起大落风险、削弱不确定性因素对生猪市场价格的冲击效应,对于缓解生猪市场价格剧烈波动、进而实现高质量发展新格局下生猪产业的可持续发展具有重要意义。

生猪市场价格在生猪产业链价格体系中处于核心地位,一直是学术界关注的热点问题。已有研究表明,当前情境下,源于宏观经济政策环境<sup>[7]</sup>、突发疫病<sup>[8]</sup>及食品安全<sup>[9]</sup>等外部不确定性冲击对生猪市场价格波动的影响,一般会对猪周期或生猪市场价格产生推动作用或者负面效应<sup>[10-11]</sup>。如重大疾病生猪疫情会引起生猪及相关农产品价格广泛持续波动,并进一步影响饲料市场和其他替代品价格<sup>[12-13]</sup>,而新型冠状病毒感染更对生猪产业链产生冲击效应<sup>[14-15]</sup>。同时,生猪养殖业面临的环保要求也会对市场产生程度较大、持续时间较长的非对称冲击效应<sup>[16-17]</sup>。此外,经济放缓、进出口政策调整对生猪市场的动态影响不断加深<sup>[18]</sup>,集中屠宰及临时采购、储备等政策导致生猪市场肉类供需变化明显<sup>[19]</sup>,国际生猪价格对中国猪肉市场的冲击和传导溢出效应也逐渐显现<sup>[20]</sup>。由于生

猪生产和经济调整的滞后性,生猪产业链内部不同规模与养殖模式对生猪养殖产生的冲击效应不同,各环节价格传导存在非对称、非均衡关系<sup>[21]</sup>,诸多学者也借助计量模型对当下猪周期及猪肉价格进行预测<sup>[22-24]</sup>。结果表明,中国“猪周期”逐渐呈现出周期增长、波动幅度增大、速度加快等特点<sup>[25-27]</sup>。因此,国家也相继出台一系列价格调控与补贴政策来平抑不确定性冲击下生猪市场价格的超常波动<sup>[28-29]</sup>。

目前,现有研究多着重于特定因素分析影响机制与波动特征,但缺乏将生猪产业中面临的内外部等不确定性因素纳入生猪市场价格风险形成机制的联合考察。因此,本研究构建MS-VAR与TVP-VAR模型分析不确定性冲击下生猪市场价格的波动特征,识别来自宏观外部环境与生猪产业链相关不确定性因素的具体冲击效应,能够为不确定性冲击下生猪市场价格波动情况与削弱冲击效应的相关研究决策提供参考依据。

## 1 不确定性冲击下生猪市场价格波动形成机制

### 1.1 不确定性冲击对生猪市场价格波动影响的微观机理

在市场经济条件下生猪价格随着基本驱动因素在市场规律作用下上下波动。近年来,不确定性冲击发生使得生猪价格波动周期偏离原有的常规可预测路径,本研究将通过数理分析进一步探究生猪产业中各类不确定性冲击引起生猪市场价格波动的微观机理。

生猪养殖是一个脆弱性行业,根据预期理论,生猪生产供给量主要是由预期价格与需求决定。假如生猪生产受到不确定性冲击预期生猪市场价格上涨时,繁育养殖端的生产行为将会影响整个市场供给的变化,此时的生猪市场供给缺口就由2部分组成:不确定性冲击直接导致的供给减少和由不

确定性冲击不利影响间接导致的供给减少。直接影响导致的供给缺口引发价格逐步上涨,间接的次生影响也会导致先行养殖户和从众养殖户与规模企业的出栏决策行为先后发生变化,从而影响价格的进一步波动。根据苏贵芳等<sup>[30]</sup>推导出的价格上涨过程中,单个农户实现利润最大化目标的延时出栏(购买标猪育肥)的时间函数为式(1):

$$t = \left[ \ln \frac{P^* g}{(1+k)/2} + 1 \right] t_0 \quad (1)$$

式中: $t$ 为延时出栏时间; $g$ 、 $k$ 、 $t_0$ 和 $P^*$ 分别表示正常的日增质量、资本成本、标准出栏时间和预期生猪价格。其他因素不变的情况下,预期价格越高,生猪出栏时间延迟越长,出栏量的变异系数 $t/t_0$ 越大。养殖场户同群行为造成的整个生猪市场的供给缺口( $D_t - S_t$ )越大。根据式(1)可以推导出市场上生猪供给缺口率 $\rho_s$ 计算如式(2):

$$\rho_s = \frac{t-t_0}{t_0} = \ln \frac{P^* g}{(1+k)/2} \quad (2)$$

考虑到季节影响之外,假如每个月时间内的正常供应量为 $S_0$ ,再去掉受外部不确定性冲击影响(假定受影响程度为 $\theta$ )后,受养殖场户出栏行为引起的供给缺口 $\Delta S$ 计算如式(3):

$$\Delta S = (1-\theta)S_0\rho_s = (1-\theta)S_0 \ln \frac{P^* g}{(1+k)/2} \quad (3)$$

由于市场生猪需求减少是会引起价格降低,而相反供给缺口的出现会引起价格上升,则生猪市场价格在供给主导下形成的累积变动量 $\Delta P^*$ 计算如式(4):

$$\Delta P^* = \xi[\Delta D - \Delta S] = \xi \left[ (1-\theta)S_0 \ln \frac{P^* g}{(1+k)/2} \right] \quad (4)$$

由式(4)可见,养殖户或规模企业价格预期越高,生猪供给缺口扩大时价格将加速上涨,短期内生猪市场消费端的生猪价格即会呈现一拥而上增长态势。

短期内,由于高价格的利益驱动与不确定性冲击的持续存在,必然会驱使现有养殖户或规模企业扩大产能或吸引新进入者,从而增加未来的生猪产能。因此,可以根据柯布道格拉斯生产函数,构建新进入产能的利润函数如式(5):

$$\pi = P^* AK^\alpha L^\beta Z^\gamma - kK - \omega L - \delta Z \quad (5)$$

式中: $\pi$ 为利润函数; $P^*$ 为标准出栏时间,此时为生猪市场价格上涨到的最高值; $A$ 、 $K$ 、 $L$ 、 $Z$ 分别表示技术进步、资本、劳动和土地价格; $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 为常数; $k$ 、 $\omega$ 和 $\delta$ 分别为资本、劳动和土地价格系数。

由于生猪养殖行业是比较成熟的行业,在既定技术水平和适宜规模下,生产者一定会在规模报酬不变的情况下组织生产,此时养殖户投入的劳动、土地与资本会基本保持在一个固定的水平。因此,有 $L = \psi K$ , $Z = \phi K$ , $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ,进而推导出式(6):

$$\pi = P^* AK^\alpha (\psi K)^\beta (\phi K)^\gamma - kK - \omega \psi K - \delta \phi K \quad (6)$$

进一步对利润函数求导,求出现在进入资本与价格的关系函数式(7):

$$K = P^* A \psi^\beta \phi^\gamma / 2\rho - (\omega \psi + \delta \phi + i) / 2\rho + K_0 / 2 \quad (7)$$

式中: $i$ 为无风险利率; $\rho$ 为风险调整系数; $K_0$ 是无风险收益的投入资本量。在遭遇不确定性冲击时,短期生猪价格达到了峰值 $P^*$ ,则行业内个别资本进入量 $Z$ 增加,此时全行业新进入资本量为 $\Sigma K = nK$ 。当产能恢复到原有水平后,新增产能释放造成的价格最大下跌量是新投入资本量的函数,资本投入量引起价格的变化则为生猪产业链供需差乘以调整系数 $\xi$ ,即式(8):

$$P_t = P_{t-1} + \xi [D(P_t) - S(P_{t-1})] \quad (8)$$

此时,未来各期先行养殖户增资扩栏会带动其他养殖户增资扩栏或吸引新进入者进入行业,假如从众行为引致新进入资本的倍增系数为 $n$ ,那么释放产能产生的供需缺口的绝对值计算如式(9):

$$D(P_t) - S(P_{t-1}) = A \psi^\beta \phi^\gamma nK \quad (9)$$

而在不确定性冲击后期,产能释放供过于求引起滞后期价格下降,那么全行业未来各期价格的累积变动量为负值,即与供需缺口绝对值互为相反数,表述为式(10):

$$\Delta P_t = -\xi A \psi^\beta \phi^\gamma (nK) \quad (10)$$

进一步推导出式(11),即:

$$\Delta P_t = (-\xi n P^* A^2 \psi^{2\beta} \phi^{2\gamma} / 2\rho) + \xi n \cdot (\omega \psi + \delta \phi + i) \cdot A \psi^\beta \phi^\gamma / 2\rho - \xi n A \psi^\beta \phi^\gamma K_0 / \rho \quad (11)$$

因此,不确定性冲击下生猪产业通过生产-消费端的供需博弈引起的滞后期价格变动量是短期价格波动峰值的函数。当不确定性冲击使得生猪价格上涨时,预期的生猪繁育与养殖利润吸引养殖户或规模企业增资扩栏,产能的扩大与供给的增加进而导致生猪市场价格下跌,滞后期养殖场(户)从众提前出栏或增资扩栏行为又加剧价格下跌,使总变动量远大于 $\Delta P$ ,衍生出下一个价格暴跌期。而当不确定性冲击使得生猪市场价格下降时,此时养猪投入的资本边际利润小于零,将促使已有产能退出市场,进而导致生猪市场价格上涨,养殖场(户)从众延迟出栏或退出去栏行为又加剧其上涨,使总变动量远大于 $\Delta P$ ,并衍生出下一个生猪市场价格暴涨期。总之,生猪市场价格在面对各类不

确定性因素时随着潜在的供应和需求反应驱动生猪市场价格形成波动周期,并在价格波动周期中随着不确定性冲击的性质与特征持续波动,由此形成的生猪价格波动周期振幅与长度也都有所不同。

## 1.2 不确定性冲击对生猪市场价格波动的传导机制

生猪疫情等外部随机因素冲击在生猪产业与微观主体上有着更强的动态效应,在市场经济条件下通过生产-消费端直接或间接作用于生猪产业链繁育、养殖成本等引致价格波动,最终形成“猪周期”。当生猪疫情发生时,从生猪供给角度看,一方面生猪产业繁育端的能繁母猪存栏存在病死、扑杀现象,生猪存栏首当其冲受到疫情直接冲击,市场上生猪供给趋紧。另一方面生猪养殖端养殖成本与收益不成正比,养殖场(户)更会产生恐慌心理,此时先行养殖场(户)极大可能率先做出提前出栏决策以期未来能够遭受较小损失或者获得更大利润。多数缺少准确信息和经验的从众养殖场(户)进行决策时又会跟随先行养殖场(户)决策加速或提前出栏生猪,并由产业链传导通过加工企业进而影响生猪供给致总体上涨。从需求角度看,由于前期消费者对生猪疫情产生恐慌心理而减少生猪需求,养殖场(户)从众决策等导致生猪市场供需不对等造成生猪市场价格下跌<sup>[31]</sup>。而生猪疫情后期公众恐慌心理消失,生猪市场需求回暖,加上能繁母猪、育肥生猪等生产周期较长,生猪供给有限,短期内供需不平衡将导致市场价格维持震荡走势。

生猪疫情与中国经济政策不确定性等外部因素对生猪价格的影响具有直接性和持久性,而生猪产业链中繁育、养殖与消费的影响也具有间接性和复杂性。随着市场化程度不断加深,当经济政策变动、繁育、养殖、消费产业效益等各类不确定性因素综合作用下引起生猪市场持续性供需失衡时,生猪市场内部则会通过市场之间的溢出效应自适应地形成预期生猪市场价格。此时,市场反应敏感的先行养殖场(户)与从众养殖场(户)会增资扩栏、延迟出栏,规模企业与养殖场(户)实施产能扩张战略以期获得更高的收益,能繁母猪等供过于求将会引致滞后期市场价格的反向变动。若干期产能释放以后,当生猪产能惯性增长,供需失衡致使养殖成本高于养殖收益,价格持续磨底时,规模企业与养殖场(户)则可能因此负债亏损、硬抗周期,同时减缓出栏速度,静待价格触底回升。现阶段价格的过度上涨与下跌导致养殖场(户)盈亏转换频繁,消费者或生产者及市场参与者因市场

不稳定极易形成一致性预期并做出决策,多方因素同频共振引致生猪产能、生产成本与市场供需变动,促使生猪市场价格频繁波动,此时不确定性冲击的性质与特征就决定了生猪价格波动周期偏离原有常规可预测路径的周期与波动幅度。

## 2 研究方法

### 2.1 模型构建

为测定生猪市场价格在不确定性冲击效应下价格波动特征,本研究首先构建滞后  $P$  期、包含  $M$  种区制的 MS-VAR 模型,MS-VAR 模型可以解释复杂条件下持续变化的变量之间的内生联系与变化状态,如式(12):

$$Y = v(S_t) + \sum_{j=1}^p A_j(S_t) y_{t-j} + \mu_t \quad (12)$$

式中: $Y$  为被解释变量总称; $S_t$  为状态变量,是离散的马尔可夫随机过程,其状态实现由离散时间决定; $A_j$  为  $j$  阶滞后项的系数矩阵; $\mu_t$  为随机扰动项。根据假设均值、截距、系数和方差会随着时变参数  $S_t$  变化而不同,即可观测的时间序列向量  $y_t$  数据产生过程取决于不可观测的区制变量  $S_t$ ,变量经过排列组合可以得到 MSI-VAR、MSM-VAR 等估计形式。

为了识别所构建的价格系统内各类不确定性冲击对生猪市场价格的具体冲击效应,借鉴 NAKAJIMA 等<sup>[32]</sup>的研究,构建 TVP-VAR 模型,利用脉冲响应刻画不确定性冲击与生猪市场价格的滞后结构随时间动态变化趋势,时变参数向量自回归(TVP-VAR)模型,如式(13):

$$y_t = X_t \beta_t + A_t^{-1} \sum_{i=1}^s \varepsilon_{t-i}, t = s+1, \dots, n, \varepsilon \sim N(0, I_k) \quad (13)$$

式中: $y_t$  是包含生猪价格、生猪疫情、中国经济政策不确定性、生猪繁育、生猪养殖、生猪繁育等变量组成的列向量; $t$  表示时间; $s$  表示滞后阶数;系数  $\beta_t$ 、参数  $A_t$  及随机波动协方差矩阵  $\Sigma_t$  具有时变性。

### 2.2 指标选取及数据来源

由于生猪市场价格受到供给、需求等诸多影响因素的冲击,将所有影响因素都带入模型不仅会降低模型的准确度,还会造成严重的多重共线性问题。为有效避免主观赋权法的弊端,保证权重分配的合理性与选取信息的代表性,本研究以 2009 年 2 月—2021 年 10 月的全国月度数据约 2 个生猪周期为研究区间,选用生猪白条肉价格作为生猪市场价格(SZ)的被解释变量,参照以往研究运用主成分分析法选出主因子作为解释变量<sup>[33]</sup>。考虑到生

猪产业所受不确定性因素的复杂性,本研究选用生猪产业繁育、养殖与消费环节的多种影响因素中的 18 种指标,包括生猪繁育利润、生猪批发零售利润、生猪养殖利润、生猪定点屠宰量、仔猪价格、猪肉价格、猪粮比、生猪存栏、猪肉进口、饲料成本、养

殖成本、玉米价格、豆粕价格、宏观经济景气一致指数、消费者满意指数、消费者信心指数、消费者预期指数和猪肉出口这些影响因素集录入 SPSS 软件进行主成分分析,如表 1 所示。

表 1 不确定性冲击指标选取  
Table 1 Index selection of uncertainty shock

影响因素 Influence factors	影响指标 Impact indicators	影响因素 Influence factors	影响指标 Impact indicators
生猪疫情( $X_{yq}$ ) Hog epidemic	生猪疫情宽度指数	经济政策不确定性( $X_{je}$ ) Economic policy uncertainty	中国经济政策不确定性指数
	生猪繁育利润	生猪养殖成本( $X_{yz}$ ) Hog feeding cost	饲料成本
	生猪养殖利润		养殖成本
	生猪批发零售利润	生猪消费( $X_{xf}$ ) Hog consumption	玉米价格
	生猪定点屠宰量		豆粕价格
生猪繁育( $X_{fy}$ ) Hog breeding	猪粮比		宏观经济景气一致指数
	生猪存栏		消费者满意指数
	猪肉进口		消费者信心指数
	仔猪价格		消费者预期指数
	猪肉价格		猪肉出口

由分析结果可知,选出的 3 个主因子即生猪繁育( $X_{fy}$ )、生猪养殖成本( $X_{yz}$ )、生猪消费( $X_{xf}$ )累计方差贡献率为 86.99%,结构效度良好。因此,将  $X_{fy}$ 、 $X_{yz}$ 、 $X_{xf}$  分别作为生猪产业链多个环节内影响供给和需求的重要不确定性因素,并选用生猪疫情( $X_{yq}$ )与经济政策不确定性( $X_{je}$ )等指标作为影响生猪市场价格的外部不确定性因素探究其对生猪市场价格的冲击程度。其中,生猪繁育类、养殖类与消费类影响因素数据集均来源于布瑞克农业数据库、前瞻数据网和国家统计局。根据《人民日报》《光明日报》进行文本分析、创建的中国经济政策不确定性指数来源于经济政策不确定性网站。量化全国范围内生猪疫情暴发情况的生猪疫情宽度指数来源于布瑞克农业数据库。为了消除季节性因素及多重共线性,数据均经过季节性因素与标准化处理来实现模型运算。

2.3 序列平稳性检验与滞后阶数选择

考虑到本研究为时间序列,在进行模型分析之前进行平稳性检验,结果如表 2 所示。由检验结果可知经过一阶差分后的时间序列在 10% 水平上都能通过单位根检验,时间序列数据平稳,可用于构建 MS-VAR 模型与 TVP-VAR 模型,保证了实证检验的有效性。

构建模型时需要确定模型中变量的最优滞后期数,可借助一般 VAR 模型最优滞后期数的选择方法加以确定。结合 1~8 期滞后期数检验的 AIC 值、SC 值和 HQ 值等,根据少数服从多数原则,模

型中选取最优滞后期数为 3。

表 2 时间序列的平稳性检验  
Table 2 Stability tests for time series

变量 Variable	原序列 The original sequence			
	ADF	5%	p 值 p value	平稳性 Stationarity
SZ	-3.059	-2.879	0.037	平稳
$X_{yq}$	-13.872	-2.879	0.000	平稳
$X_{je}$	-11.883	-2.879	0.000	平稳
$X_{fy}$	-10.920	-2.879	0.000	平稳
$X_{xf}$	-11.878	-2.879	0.000	平稳
$X_{yz}$	-12.595	-3.437	0.000	平稳

3 MS-VAR 模型估计与结果分析

3.1 MS-VAR 模型估计

本研究构建 MS-VAR 模型实证检验中国生猪市场价格波动特征。通常情况在结构向量自回归模型中,截距项跟随状态转移的模型结构 MSI(K)-VAR(L) 或者均值项跟随状态转移的模型结构 MSM(K)-VAR(L) 通常就能满足不同的需要,如果有必要可以添加方差项也跟随区制转移发生变化。基于此,本研究使用 Oxmetrics 在 Give Win 2.3 平台构建了包含生猪市场价格与不确定性冲击  $X_{je}$ 、 $X_{yq}$ 、 $X_{fy}$ 、 $X_{yz}$ 、 $X_{xf}$  的 MS-VAR 系统模型。模型中关于滞后阶数的确定与前文 VAR 模型类似,以 AIC、SC 和 HQ 准则为主选择滞后阶数为 3 阶,而模型的区制个数与最优模型结构通常根据模型实际计算的对数似然值、AIC 值、HQ 值、SC 值信息准

则等指标信息进行综合判断,本研究确定 MS- VAR 值、SC 值和 HQ 值等信息准则见表 3。VAR 分析模型为 MSIAH(3)-VAR(3) 结构, AIC

表 3 MS-VAR 模型选取  
Table 3 MS-VAR model selection

模型类型 Model types	log-likelihood 值 log-likelihood value	AIC 值 AIC value	HQ 值 HQ value	SC 值 SC value
MSIAH(3)-VAR(3)	810.388 8*	-5.360 9*	-1.994 4	2.925 1
MSI(3)-VAR(3)	395.645 3	-3.257 0	-2.003 8	-0.172 4*
MSIA(3)-VAR(3)	653.846 7	-3.823 4	-0.801 0	3.615 9
MSIAH(2)-VAR(3)	547.020 8	-3.691 6	-1.463 6	1.792 2
MSIA(2)-VAR(3)	518.263 2	-3.587 4	-1.531 5	1.472 9
MSIH(2)-VAR(3)	418.499 3	-3.416 1	-2.072 8*	-0.109 7

注: \* 表示根据相应准则选择的最优模型形式。

Note: \* represents the optimal model form chosen according to the corresponding criteria.

3.2 MS-VAR 模型实证结果分析

猪市场价格波动的区制转换特征,得到生猪市场价格区制状态转移概率图表,如图 1、表 4 所示。

通过 MSIAH(3)-VAR(3) 结构模型来研究生

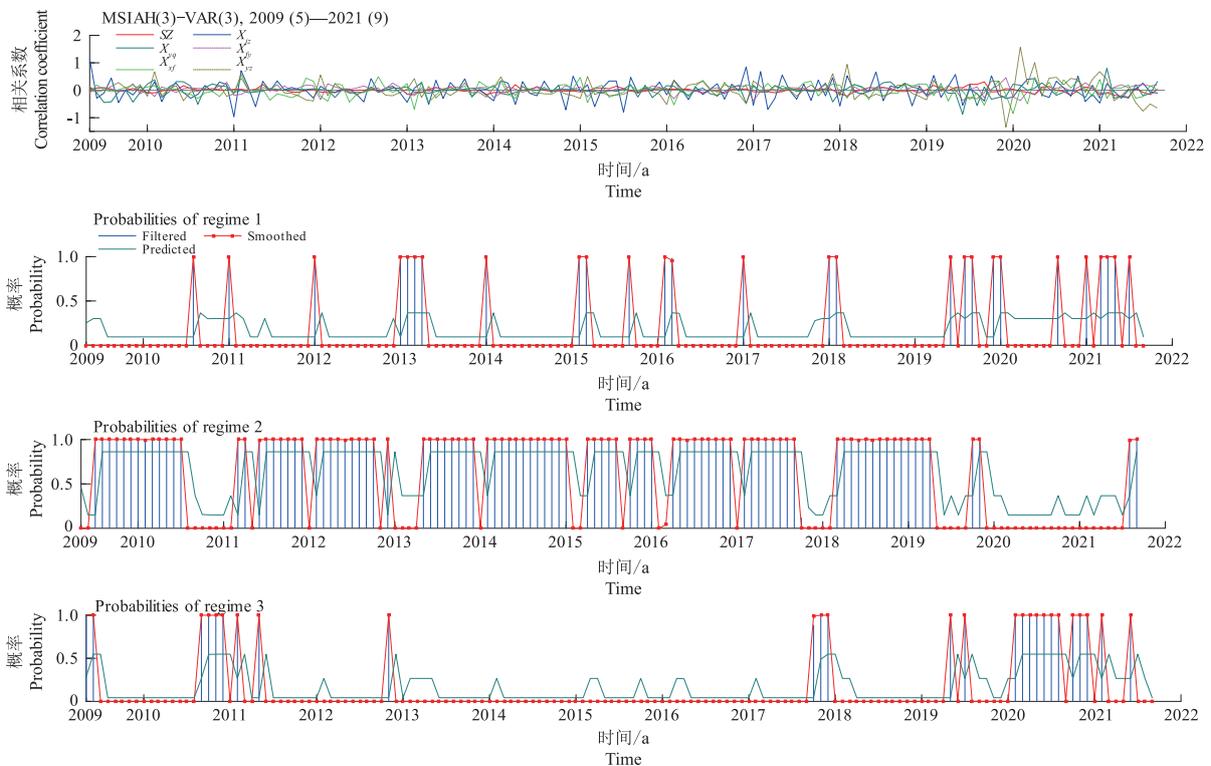


图 1 生猪市场价格区制状态转移概率图

Fig. 1 Probability of transferring the state of the price zone system in the hog market

表 4 各区制转移概率及转移性质

Table 4 Transfer probabilities and transfer properties in the district system

区制 Regime	区制转移概率 Regime transition probability			转移性质 Transfer properties		
	区制 1 Regime 1	区制 2 Regime 2	区制 3 Regime 3	样本数 Sample	频率 Frequency	持续期 Duration
区制 1 Regime 1	0.365 8	0.367 3	0.266 9	27.0	0.177 0	1.58
区制 2 Regime 2	0.094 6	0.862 9	0.042 5	96.0	0.656 8	7.29
区制 3 Regime 3	0.301 5	0.150 7	0.547 8	26.0	0.166 2	2.21

由生猪市场价格波动区制转移概率(图1、表4)可以看出生猪市场价格在波动系统内存在“上涨阶段”“平稳阶段”和“下跌阶段”的3阶段转换过程,且在各阶段的稳定周期不尽相同。根据市场价格序列值变动幅度和方向趋势判断,当价格序列处于上升阶段,样本多落于区制1中;反之则处于下行阶段,样本多落于区制3中;当指标数据出现平稳震荡,样本多落于区制2中。其中,2013—2018年生猪市场价格大都处于同平稳区制2内,尽管也会受到不确定性冲击影响,但价格波动较为稳定,且向区制2转移概率较高,为0.8629,可以得出区制内生猪市场价格与产业利润相对较为稳定,生猪市场价格大体处于平稳波动状态,平均持续期为7.29个月。因此,2018年以前生猪市场价格在平稳状态下有更强的持续性,2018年以后生猪市场价格受各类因素实时影响频繁在下跌与上涨区制内转换,本轮猪周期也更加显著。

系统探究不确定性冲击引起生猪市场价格在上涨、平稳及下跌区制频繁转换的原因,可能是2009年以来受不确定性因素产生的正向或负向效应导致生猪市场价格系统的即时性影响。在确定性的经济事实情况下,复杂多变的贸易环境通过供给端对国内生产贸易与粮食价格产生影响。玉米等初级饲养原料价格的涨跌通过畜禽养殖产业链繁育与养殖端进行价格传导,相应地,环境规制与生猪疫情会通过生产—消费端影响到生猪生产及消费者的市场预期,一定生产周期内生产端与消费端供需失衡的拉锯导致了生猪市场价格频繁在下跌与上涨区制内切换的状态。从生猪市场价格区制转换的持续期推断,各类不确定性冲击的影响多以3~7个月为分界点呈大幅正向或负向影响,若干期后冲击力度逐渐消退,生猪市场价格受价值规律与周期性影响趋于平稳。综合现阶段的具体实

际,2018年以来由于不确定性冲击的显著存在,生猪市场价格也频繁上涨或下跌。国内出台了一系列生猪产能与价格调控政策调节生产、确保供需平衡,但生猪生产的周期性与政策实效的滞后性也极易驱动生猪市场价格呈上下波动并逐渐形成短期趋稳态势,进而逐渐形成“猪价上涨—供给增加—猪价下跌—供给减少—猪价上涨”的波动周期。

## 4 TVP-VAR 模型估计与结果分析

### 4.1 TVP-VAR 模型估计

为了识别所构建的价格系统内各类不确定性冲击对生猪市场价格的具体冲击效应,利用Ox-Metrics6.0继续构建时变参数向量自回归(TVP-VAR)模型,运用时变参数计算所有时点上各变量在不同滞后期的脉冲响应图。根据贝叶斯推断采用马尔科夫蒙特卡罗(MCMC)抽样方法模拟抽样进行测算,表5得出了Geweke收敛诊断值和无效影响因子判断MCMC链模拟效果,图2分别给出了时变参数自回归模型中样本的自相关性和样本路径。根据估计结果可知,Geweke诊断概率在5%的显著性水平下显著(临界值为1.96),并且无效因子均小于100。表明,本研究构建的TVP-VAR模型有效。图2的样本自相关性随着数量的增加迅速下降,接近0值,而样本路径则围绕某一定值呈上下波动,这进一步验证了模型的拟合效果较好。

### 4.2 TVP-VAR 模型结果分析

等间隔脉冲响应是指不同时间范围(滞后期)冲击所引起变量的脉冲响应函数。本研究将时间间隔设定为滞后4期、滞后8期与滞后12期,分别对应短期、中期与长期,生猪市场价格对于各类不确定性冲击的间隔脉冲响应的动态变化过程见图3。

表5 TVP-VAR 模型稳健性检验  
Table 5 TVP-VAR model robustness test

参数 Parameter	均值 Mean value	标准差 Standard deviation	95%上界 95% upper bound	95%下界 95% lower bound	Geweke 值 Geweke value	无效因子 Invalid factor
$(\Sigma\beta)1$	0.022 8	0.002 7	0.018 3	0.028 7	0.043	7.47
$(\Sigma\beta)2$	0.022 4	0.002 5	0.018 2	0.028 0	0.015	6.05
$(\Sigma\alpha)1$	0.131 8	0.051 7	0.056 3	0.255 3	0.019	72.68
$(\Sigma\alpha)2$	0.099 3	0.042 0	0.049 3	0.209 4	0.938	69.87
$(\Sigma h)1$	0.368 4	0.085 7	0.224 5	0.554 9	0.142	63.04
$(\Sigma h)2$	0.336 9	0.085 8	0.192 1	0.527 8	0.460	59.63

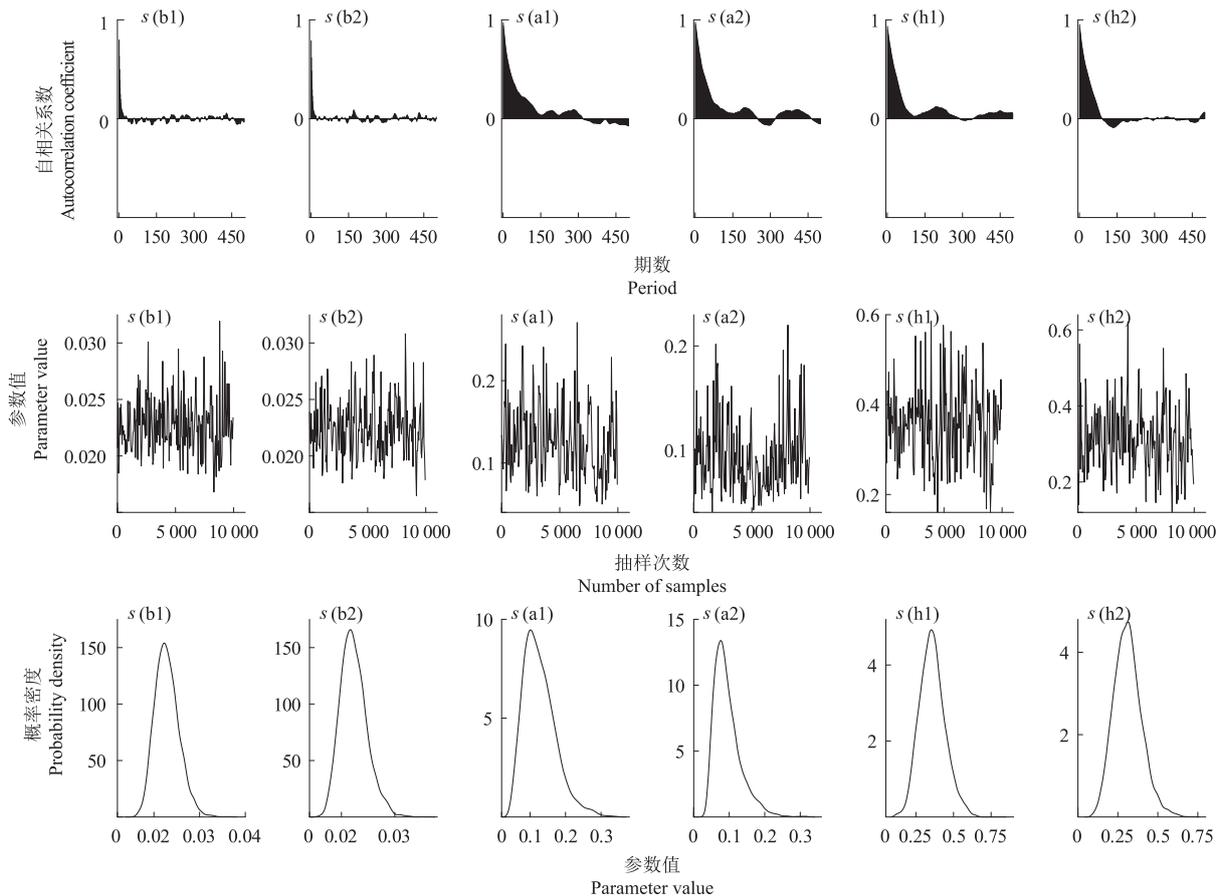


图 2 样本自相关性和样本路径

Fig. 2 Sample autocorrelation and sample path

从图 3 可以看出,生猪市场价格对于生猪疫情与中国经济政策变动不同时间段内分别呈不同程度、不同方向的冲击效应。从冲击方向与持续时间来看,由图 3(a)(b)可知 2011—2017 年、2018 年 10 月—2021 年生猪疫情对生猪市场价格基本表现为阶段性的较高强度负向影响,但中长期内生猪疫情对生猪市场的持续负向冲击将逐渐回落并保持在较低水平。究其原因,2011—2017 年期间生猪市场价格受零星生猪疫情影响价格反应较强,在生猪疫情小规模零星多发时短期内生猪疫情会出现程度相对较高的负向冲击效应,中长期内生猪疫情冲击使得生猪市场价格涨跌幅度相对较大,但随着冲击效应减弱价格探底回升的速度也较快。2018 年重大非洲猪瘟疫情期间生猪产能受损严重,生猪存栏量持续下跌与猪肉供需失衡极易对生猪市场价格产生较长时间的负向冲击效应,中长期内重大生猪疫情的持续冲击也使得生猪市场价格下探摸底或维持上涨高位等震荡走势,这也与前文识别出的区制转换特征相一致。

而经济政策变动在 2018 年以前对生猪市场价格多为小幅正向影响,2018 年以后一度产生高强

度正向冲击效应,相较于生猪疫情而言影响幅度较大、速度较快、持续时间较长。2018 年以前由于环保限制、生猪补贴与产能调控等政策对生猪市场价格大多产生正向促使市场价格平缓上涨,2018 年以后经济政策变动成为影响生猪市场价格的主要因素。中美贸易摩擦导致饲料成本波动,并通过终端将近 70%到 80%的成本过渡到生猪产业链下游养殖端来对冲成本<sup>[34]</sup>;新型冠状病毒感染期间各类封锁限运措施致使产销端部分地区经济活动调运受限,市场供需博弈紧张,叠加主要经济体货币政策变动引起的农产品进口价格波动及环境规制的滞后效应,易对生猪市场价格产生较高强度的正向冲击效应。2019 年以来实施的一系列稳定生猪生产长效性支持、补贴与调控政策,随着政策调控效果发挥也有效地促进生猪疫情防控、稳定猪肉供给,避免生猪自繁自养企业落入亏损摸底怪圈,防止生产与收益大起大落,也在一定程度上促成了本轮生猪市场价格周期性波动幅度增大、波动周期延长等特征。

图 3(c)(d)(e)直观展示了生猪产业链中繁育、养殖与消费对生猪市场价格冲击所具有的双向

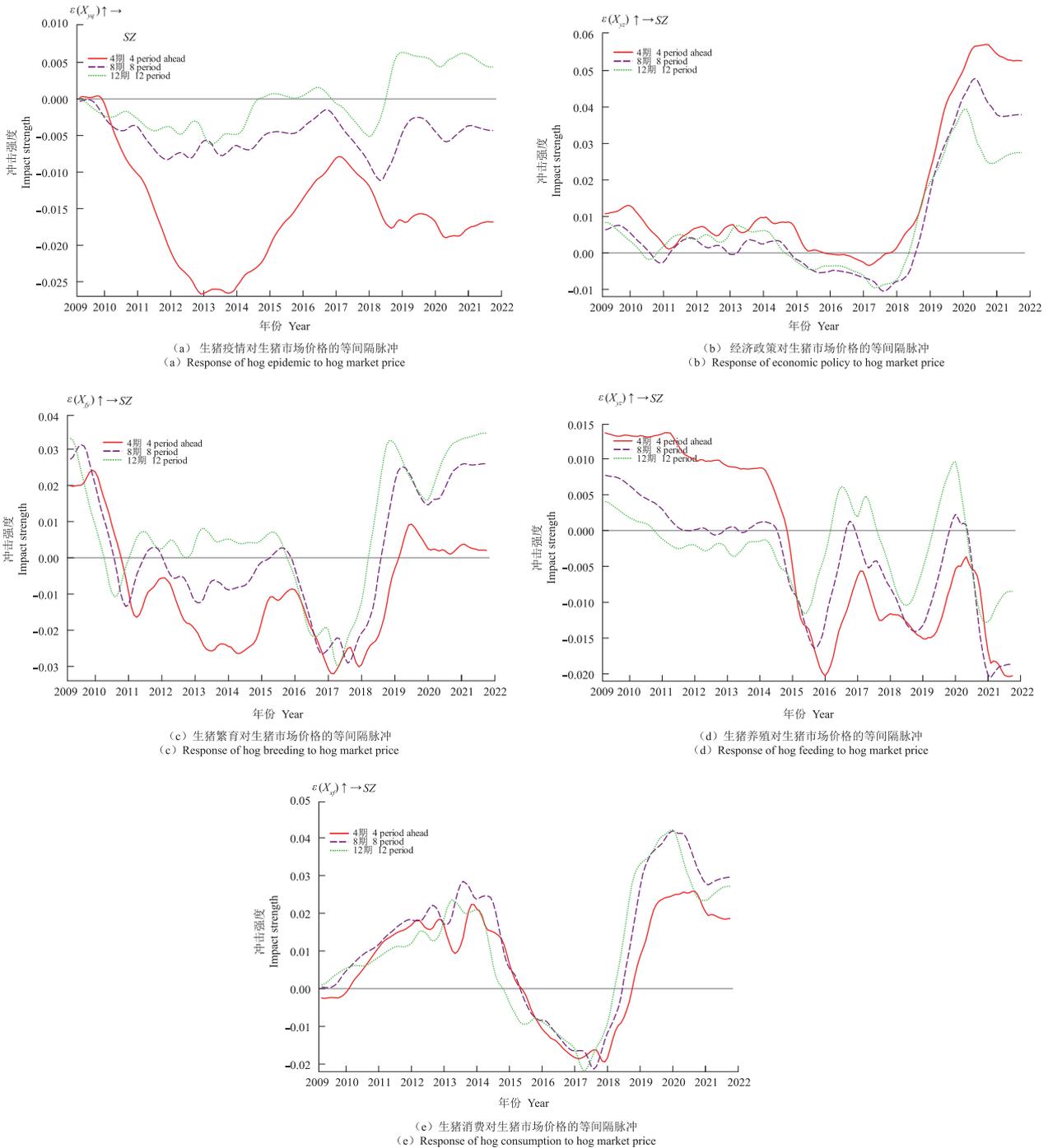


图 3 不确定性冲击对生猪市场价格的等间隔脉冲响应

Fig. 3 Equal-interval impulse response of uncertainty shock to hog market price

性,推动生猪市场价格促使其呈现出较为明显的周期性趋势。随着生猪产业从“等行情”到“拼成本”的转变,2011年以来居高不下的繁育与养殖成本及生猪生产收益边际递减使得生猪养殖端节点波动较大,产业链节点间的利润挤压叠加猪周期中阶段性的能繁母猪、猪肉供给供需矛盾等多对生猪市场价格产生负向冲击效应,增大、加强了生猪市场价格波动幅度与持续程度。生猪消费信心及消费意愿也随不确定性冲击的发生对生猪市场价格起

到正向或负向影响,尤其是2019年以来生猪消费信心提振一定程度上也促进了生猪市场价格的触底回升。但总体来看,由于生猪产能的滞后性与生猪消费的季节性,生猪繁育养殖等成本居高不下与生猪市场价格回落探底的产销倒挂会对市场价格产生负面效应,产业链多方的同频共振更会放大短期波动,中长期内极易对价格波动产生助涨助跌效果,进而拉长本轮“猪周期”<sup>[35]</sup>,乃至影响到生猪产业的健康发展。

## 5 结论与建议

### 5.1 研究结论

本研究将生猪产业中面临的内外部不确定性冲击纳入生猪市场价格分析系统,以生猪市场价格作为被解释变量构建 MS-VAR 模型与 TVP-VAR 模型,全面考察生猪市场价格在各类不确定性冲击下生猪市场价格的波动特征及冲击效应,主要得出如下结论:

1) 不确定性冲击下生猪市场价格波动存在“上涨阶段”“平稳阶段”和“下跌阶段”的 3 区制阶段变迁过程,具有显著的区制转换特征。尤其是 2018 年以前生猪市场价格在平稳状态下具有更强的持续性,而 2018 年以后受各类因素实时影响呈现出更为显著的区制转换特征。

2) 外部不确定性因素在中长期内对生猪市场价格的冲击存在差异性与时变特征。其中,生猪疫情主要呈负向冲击效应,从中长期来看生猪疫情对生猪市场的持续负向冲击将逐渐回落并保持在较低水平。中国经济政策变动对生猪市场价格具有较高强度的正向冲击效应,是影响价格波动的重要因素。

3) 生猪产业中内部不确定性因素对生猪市场价格具有双向性,在生猪繁育、养殖与终端消费过程中随着各类不确定事件发生存在正负交替冲击效应。整体上生猪繁育与养殖对生猪市场价格主要呈现负向冲击效应,生猪消费对生猪市场价格大多有高强度的正向影响。就产业链受不确定性因素冲击程度来说,生猪繁育、养殖与消费等变动经产业链内部传导更易对生猪市场价格产生助涨助跌效果,一定程度上拉长“猪周期”波动幅度。

### 5.2 政策建议

第一,规模化养殖推进生猪生产标准化,实施稳定长效性调控政策与产能扩张备案审查制度。提高生猪养殖行业规模化、组织化程度,建立集饲料种植、生猪养殖、屠宰加工和零售一体化产业链,分摊生猪养殖风险。加强以能繁母猪为主的生猪产能调控,从价格到产能、从产能到母猪,严格落实应急防控举措与产能调控措施,稳定市场预期。强化短期生产、消费等行情的分析研判,牢牢把住能繁母猪存栏量,引导养猪场(户)精准饲喂降本增效,合理机动安排中长期生产出栏计划,增强产能调控方案效果。

第二,加强对经济政策等不确定性风险的识别能力,强化生猪市场价格波动应对能力。完善生猪

产业信息平台,密切监测饲料粮及相关产品价格波动,鼓励生猪产业主体信息交换共享,引导市场宏观经济预期。同时强化国际贸易合作力度,并持续关注国内国际大宗商品市场波动等可能引发的风险冲击,推进生猪“保险+期货”试点,完善生猪市场价格预警机制,提升中长期猪肉市场供应能力与重大风险防范能力。

第三,掌握突发性疫情事件对生猪市场价格影响的演变规律,持续提升疫病监测和应急保障能力。科学研判重大疫情影响范围及强度,构建高效生猪产业联防联控预警体系,采取有效措施及时阻断、处置疫情风险隐患,促进生猪市场平稳供应;从产业链入手加强常态化防控,优化生猪养殖环境,做好短期应急预案与中长期政策调控策略,充分发挥中央储备肉作用,提升供给应急保供效能,及时化解疫情反弹风险。

### 参考文献 References:

- [1] 李鹏程,王明利. 环保和非洲猪瘟疫情双重冲击下生猪生产如何恢复:基于八省的调研[J]. 农业经济问题, 2020, 41(6): 109-118.  
LI P C, WANG M L. How to recover pig production under the double attack of environmental protection and epidemic situation: based on research in 8 provinces [J]. Issues in Agricultural Economy, 2020, 41(6): 109-118.
- [2] 张利庠,张喜才. 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[J]. 管理世界, 2011(1): 71-81.  
ZHANG L X, ZHANG X C. A study on the impact of emergencies on the fluctuation of the agricultural produce prices: based on the agricultural industry chain perspective [J]. Management World, 2011(1): 71-81.
- [3] 徐欣,胡俞越,韩杨等. 农户对市场风险与农产品期货的认知及其影响因素分析:基于 5 省(市)328 份农户问卷调查[J]. 中国农村经济, 2010(7): 47-55.  
XU X, HU Y Y, H Y, et al. Analysis of farmers' cognition of market risk and agricultural product futures and its influencing factors: based on a questionnaire survey of 328 farmers in 5 provinces [J]. Chinese Rural Economy, 2010(7): 47-55.
- [4] DONOVAN K. Agricultural risk, intermediate inputs, and cross-country productivity differences [J]. SSRN Electronic Journal, 2013: 37-48.
- [5] 石自忠,胡向东. 疫情冲击、政策调控与中国生猪市场价格波动[J]. 农业现代化研究, 2023, 44(1): 130-141.

- SHI Z Z, HU X D. Epidemic shock, policy regulation, and China's hog market price volatility[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2023, 44(1): 130-141.
- [6] 胡向东,石自忠,张合成. 中国生猪市场调控政策: 历史演变与未来选择[J]. *农业经济问题*, 2022, 43(4): 4-14.
- HU X D, SHI Z Z, ZHANG H C. China's hog market regulation and control policy: historical evolution and future choices[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2022, 43(4): 4-14.
- [7] 刘玲,陈乐一,李玉双. 全球经济政策不确定性与中国粮食价格: 基于非对称性视角的分析[J]. *农业技术经济*, 2020(5): 17-31.
- LIU L, CHEN L Y, LI Y S. Global economic policy uncertainty and China's grain price volatility: based on the perspective of asymmetry analysis[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2020(5): 17-31.
- [8] CAO L J, LI T X, WANG R B, et al. Impact of COVID-19 on China's agricultural trade[J]. *China Agricultural Economic Review*, 2020, 13(1): 1-21.
- [9] 文洪星,韩青,刘锦怡. 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[J]. *农业技术经济*, 2020(2): 117-132.
- WEN H X, HAN Q, LIU J Y. Food safe scandal media coverage and vertical price transmission: an empirical study based on the Chinese pork market[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2020(2): 117-132.
- [10] 毛学峰,曾寅初. 基于时间序列分解的生猪价格周期识别[J]. *中国农村经济*, 2008(12): 4-13.
- MAO X F, ZENG Y C. Identification of hog price cycles based on decomposition of time series data[J]. *Chinese Rural Economy*, 2008(12): 4-13.
- [11] 张喜才,张利庠,卞秋实. 外部冲击对生猪产业链价格波动的影响及调控机制研究[J]. *农业技术经济*, 2012(7): 22-31.
- ZHANG X C, ZHANG L X, BIAN Q S. Study on the influence of external shock on the price fluctuation of pig industry chain and its regulation mechanism[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012(7): 22-31.
- [12] 胡向东,郭世娟. 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[J]. *价格理论与实践*, 2018(12): 51-55.
- HU X D, GUO S J. Influences of major epidemic on pig market price: analysis of industrial shocks of African swine fever and the countermeasures[J]. *Price (Theory & Practice)*, 2018(12): 51-55.
- [13] MASON D, BOGARD J R, HERRERO M, et al. Modelling the global economic consequences of a major African swine fever outbreak in China[J]. *Nature Food*, 2020, 1(4): 221-228.
- [14] 朱增勇,浦华,杨春. 新冠肺炎对生猪产业影响及应对策略[J]. *农业经济问题*, 2020, 41(3): 24-30.
- ZHU Z Y, PU H, YANG C. Impacts of COVID-19 epidemic on China's pig industry and corresponding countermeasures[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2020, 41(3): 24-30.
- [15] WANG Y B, WANG J J, WANG X Y. COVID-19, supply chain disruption and China's hog market: a dynamic analysis[J]. *China Agricultural Economic Review*, 2020, 12(3): 427-443.
- [16] 陈鹏程. 环境规制对我国生猪养殖业区域布局以及规模化的影响研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2020.
- CHEN P C. A study on the impact of environmental regulations on the regional layout and scale of pig breeding industry in China[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2020.
- [17] 谭莹,胡洪涛. 环境规制、生猪生产与区域转移效应[J]. *农业技术经济*, 2021(1): 93-104.
- TAN Y, HU H T. Effects of environmental regulation, pig production and regional transfer[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021(1): 93-104.
- [18] UMAR Z, GUBAREVA M, NAEEM M, et al. Return and volatility transmission between oil price shocks and agricultural commodities[J]. *PLoS One*, 2021, 16(2): e0246886.
- [19] 全世文,曾寅初,毛学峰. 国家储备政策与非对称价格传导: 基于对中国生猪价格调控政策的分析[J]. *南开经济研究*, 2016(4): 136-152.
- QUAN S W, ZENG Y C, MAO X F. National buffer stocks and asymmetric price transmission: evidences from hog price control policy in China[J]. *Nankai Economic Studies*, 2016(4): 136-152.
- [20] 喻龙敏,付莲莲. 国际生猪价格和国内生猪价格的动态关联性: 基于外部冲击视角[J]. *世界农业*, 2022(1): 62-75.
- YU L M, FU L L. Dynamic correlations between international hog prices and domestic hog prices: from the perspective of external shocks[J]. *World Agriculture*, 2022(1): 62-75.
- [21] 孟利东,闫桂权. 生猪产业链区制转换与价格非线性传导[J]. *统计与决策*, 2022, 38(9): 128-132.
- MENG L D, YAN G Q. Regionalization transformation of pig industry chain and nonlinear price transmission[J]. *Statistics & Decision*, 2022, 38(9): 128-132.
- [22] 丁婧,杨鑫,贾云飞,等. 不确定性冲击下生猪价格预测和风险预警研究[J]. *河南农业大学学报*, 2024, 58(1): 141-154.

- DING J, YANG X, JIA Y F, et al. Research on hog price forecasts and risk warnings under uncertainty impacts [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2024, 58(1): 141-154.
- [23] 熊涛. 我国猪肉价格的影响因素是时变的吗?: 基于动态模型平均的分析与预测[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2021(3): 63-73.
- XIONG T. Do the influencing factors of pork price change over time; the analysis and forecasting based on dynamic model averaging[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2021(3): 63-73.
- [24] 刘合兵, 华梦迪, 席磊等. 白条猪价格预测模型构建[J]. *河南农业大学学报*, 2024, 58(1): 123-131.
- LIU H B, HUA M D, XI L, et al. Construction of pork price forecasting model[J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2024, 58(1): 123-131.
- [25] 杨朝英, 徐学英. 中国生猪与猪肉价格的非对称传递研究[J]. *农业技术经济*, 2011(9): 58-64.
- YANG C Y, XU X Y. Study on asymmetric transmission of pig and pork prices in China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2011(9): 58-64.
- [26] PARCELL J L. An empirical analysis of the demand for wholesale pork primals; seasonality and structural change [J]. 2000 Annual Meeting, June 29-July 1, 2000, Vancouver, British Columbia, 2000: 335-348.
- [27] 罗千峰, 张利庠. 基于B-N分解法的我国生猪价格波动特征研究[J]. *农业技术经济*, 2018(7): 93-106.
- LUO Q F, ZHANG L X. Fluctuation characteristics of hog price in China: evidence based on the method of B-N decomposition[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018(7): 93-106.
- [28] 王刚毅, 李春雷, 郝岩芝, 等. 政策风险抑制生猪企业扩张了吗?: 基于政策不确定性视角的分析[J]. *农业经济与管理*, 2022(3): 75-85.
- WANG G Y, LI C L, HAO Y Z, et al. Have policy risks inhibited expansion of live pig enterprises?: analysis based on perspective of policy uncertainty[J]. *Agricultural Economics and Management*, 2022(3): 75-85.
- [29] 周晶, 陈玉萍, 丁士军. “一揽子”补贴政策对中国生猪养殖规模化进程的影响: 基于双重差分方法的估计[J]. *中国农村经济*, 2015(4): 29-43.
- ZHOU J, CHEN Y P, DING S J. The impact of the “package” subsidy policy on the large-scale process of pig breeding in China: estimation based on the double difference method[J]. *Chinese Rural Economy*, 2015(4): 29-43.
- [30] 苏贵芳, 花俊国, 孙文珊, 等. 生猪疫情对猪肉价格非线性冲击的形成机理与检验[J]. *中国农村经济*, 2021(11): 107-124.
- SU G F, HUA J G, SUN W S, et al. The formation mechanism and test of the non-linear impact of pig epidemics on pork prices[J]. *Chinese Rural Economy*, 2021(11): 107-124.
- [31] 翁凌云, 王克, 朱增勇, 等. 市场风险、价格预期与能繁母猪养殖行为[J]. *农业技术经济*, 2020(6): 30-43.
- WENG L Y, WANG K, ZHU Z Y, et al. Market risk, price expectation and farmers' behavior of feeding sows [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2020(6): 30-43.
- [32] NAKAJIMA J, KASUYA M, WATANABE T. Bayesian analysis of time-varying parameter vector autoregressive model for the Japanese economy and monetary policy [J]. *Journal of the Japanese and International Economies*, 2011, 25(3): 225-245.
- [33] 花俊国, 苏贵芳, 贾云飞. 生猪疫情冲击下猪肉价格预测与风险预警研究[J]. *农业经济与管理*, 2022(6): 101-113.
- HUA J G, SU G F, JIA Y F. Research on pork price forecasting and risk early warning under impact of swine epidemic[J]. *Agricultural Economics and Management*, 2022(6): 101-113.
- [34] TAN Y W, ZENG H S. Price transmission, reserve regulation and price volatility [J]. *China Agricultural Economic Review*, 2019, 11(2): 355-372.
- [35] RUI Y, YANG X L, MU E D. A study on the impact of double external shocks on Chinese wholesale pork prices[J]. *Frontiers in Veterinary Science*, 2023, 10: 1202811.

(责任编辑:梅付春 耿倩)