

突发事件对羊肉价格的影响及作用机制研究

钱贵霞, 谷红阳

(内蒙古大学 经济管理学院, 内蒙古 呼和浩特 010021)

摘要:近年来羊肉价格波动频繁, 突发疫情是一个重要影响因素。基于集成经验模态分解方法(EEMD)分析羊肉价格波动规律, 并结合事件分析法研究小反刍兽疫和新冠肺炎疫情两大突发事件对羊肉价格的影响及其作用机制。研究表明: 羊肉价格波动可以分解为趋势分量、低频分量和高频分量三个部分, 长期呈不断上涨趋势, 中长期呈较大幅度 and 较长时间的上升或下降, 短期波动频繁且幅度小。小反刍兽疫和新冠肺炎疫情都对肉羊产业造成了影响, 但影响存在差异。小反刍兽疫加剧了羊肉市场的波动, 一段时间后羊肉价格序列出现了断点, 2014年后呈现连续几年的下降。新冠肺炎推动了羊肉价格的上涨, 增加了羊肉市场的波动, 但并未造成羊肉价格结构性变化, 影响是短期的。小反刍兽疫对羊肉价格造成的影响相比新冠肺炎疫情更大、时间更长, 主要是因为两次突发事件期间的政策调节、消费需求的影响程度等方面存在差异, 从而对羊肉供给和需求的作用程度不同。此外, 也与感染对象差异等疫情自身特点有关。

关键词:突发事件; 小反刍兽疫; 新冠肺炎疫情; 羊肉价格; 波动

中图分类号: F326.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2021)05-0024-14

The impact of emergencies on the price of mutton and its mechanism

QIAN Guixia, GU Hongyang

(School of Economics and Management, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China)

Abstract: In recent years, the price of mutton has fluctuated frequently, and the sudden outbreak of epidemic is an important factor. Based on the Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD), mutton price fluctuation rule has been analyzed. Combined with the event analysis method, the impact of Peste des Petits Ruminants and COVID-19 on the price of mutton and mechanism have been studied. The results show that the price fluctuation of mutton can be divided into three parts: the trend mode, the low-frequency mode, and the high-frequency mode. It shows a continuous upward trend in the long term, a large increase or decrease in the medium and long term, and frequent and small fluctuations in the short term. Peste des petits ruminants and COVID-19 have both affected the sheep industry, but their impacts are different. Peste des petits ruminants has accelerated the fluctuation of mutton market. After a period of time, there was a break in the mutton price sequence. After 2014, the price has declined for several years. COVID-19 has increased the price of mutton and the fluctuation of mutton market. But it has not caused structural changes in mutton price and only has short-term effects. Peste des petits ruminants has a greater and longer-time impact on the mutton price than COVID-19. Because of the difference in policy adjustment and consumption demand, the two kinds of epidemics have different effects on mutton supply and demand. In addition, it is also related to the characteristics of epidemics, such as differences in the infected objects.

Keywords: emergencies; Peste des petits Ruminants; COVID-19; mutton price; fluctuation

一、问题的提出

近年来羊肉价格呈现两个主要特点: 一是价格增长较快。这主要与羊肉需求旺盛而供给偏紧的供需形势有关。据农业农村部数据, 羊肉价格从2010年的集市均价34.95元/千克上涨到2020年的

收稿日期: 2021-08-30

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目(2021MS07013); 内蒙古自治区第八批“草原英才”工程产业创新创业人才团队(12000-12102303)

作者简介: 钱贵霞(1971—), 女, 内蒙古扎兰屯市人, 教授, 博士生导师, 主要从事畜牧业经济研究。

80.57 元/千克,十年间年均增长率达 8.71%。二是价格波动频繁^[1]。这主要是由于羊肉市场受到宏观经济、突发疫情、气候变化、环境政策等诸多因素的影响。疫病、自然灾害等冲击具有突发性、不确定性和社会性等特点^[2],属典型突发事件,此类重大事件一旦发生,对社会许多方面都会造成影响。肉牛、肉羊等草食畜牧业因生产周期相对较长、生产要求较高等特点,疫病发生时往往遭受大的损失。2014 年的小反刍兽疫使肉羊产业遭受毁灭性打击,大量养殖户亏损退市,羊肉价格经久不振。羊肉价格的波动关乎羊肉生产者和消费者的利益,对肉羊产业的稳定、健康发展具有重要影响^[3],因此,研究突发事件对羊肉价格造成的影响,以及分析其影响机制具有十分重要的意义。

2006 年 1 月 8 日发布的《国家突发公共事件总体应急预案》根据突发公共事件的发生过程、性质和机理,将突发公共事件分为自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件四类,其中自然灾害和公共卫生事件是对畜牧业造成影响的主要突发事件。本文重点研究公共卫生事件中的传染病疫情和动物疫病对羊肉价格的影响。梳理已有文献发现,研究羊疫病事件对羊肉市场影响的文献较少,且以定性分析为主。常倩等^[4]在分析羊肉价格下跌的原因时,关注到了小反刍兽疫的影响,指出小反刍兽疫给肉羊产业发展造成巨大冲击,是羊肉价格大幅度持续性下跌的重要原因。王明利等^[5]在分析羊肉价格波动特征时指出,羊疫病等随机冲击对羊肉价格上涨有较强的负效应,所形成的负随机趋势一定程度抵消了羊肉价格上涨的确定性趋势。羊肉价格在疫病后的定量影响分析则主要包含在生猪疫病对各种畜产品价格影响的研究中,生猪疫病会引起猪肉及其替代品价格波动,但相对猪肉价格和鸡肉价格,羊肉价格受到的影响较小^[5,6]。传染病疫情对不同畜产品价格的影响存在差异,这在近期的新冠肺炎疫情影响研究中也体现。崔静等^[7]研究得出畜禽类农副产品价格波动率受新冠肺炎疫情冲击明显,其中鸡肉、牛肉价格增速受疫情冲击较大,羊肉价格受疫情冲击较小。新冠肺炎疫情推动了农产品价格总体呈现上涨趋势,这与供应链各环节成本增加密切相关,但新冠肺炎疫情对农产品的价格冲击会因种类不同而存在差异,而这种差异又

主要来源于区域饮食特色、蔬菜存放时长、疫情引起的消费心理变化等因素影响^[8,9]。此外,还有学者研究指出农产品价格受影响程度因各区域的疫情程度不同而存在差异,这主要与不同疫情程度区域实行交通管制的持续时间不同有关,越长时间的交通管制造成的市场供需失衡愈严重^[10]。但受益于国家农产品价格稳定政策的调控,价格上涨趋势得到缓解,一些学者指出新冠肺炎疫情会对我国农产品价格产生一定的负面影响,但造成的影响有限^[11,12]。

梳理国内外相关研究发现,针对羊疫病的实证分析较少,但其他动物疫病影响方面的研究较为丰富。白华艳等^[13]研究发现,生猪产业链各环节价格存在非对称传导,非洲猪瘟后这一关系更加明显,养殖户在这次事件中受到的损失要大于产业链其他环节。禽流感对韩国鸡蛋产业链价格的冲击分布不均,零售层面鸡蛋价格涨幅最高,农场层面涨幅最小,零售商和批发商利用自己的市场力量提高了价格^[14]。Livanis 等^[15]考察 1990—2004 年期间疯牛病对美国牛肉价格营销链不同环节的影响,发现零售价格受疫病信息的冲击是短暂的,而生产者价格的恢复期较长。Saghaian 等^[16]在分析 H5N1 禽流感对鸡肉产业链价格的影响后发现,农场层面的价格长远来看回升缓慢,农场层面的利润可能会受到更多影响。

对于羊肉价格波动规律和影响因素,相关研究也颇为丰富。丁存振、董谦、钱贵霞等基于 X11、X12 季节调整模型结合 HP 滤波法对羊肉价格的波动趋势、季节性变动、不规则要素等展开研究,得出了羊肉价格的波动规律和特点^[3,17,18]。刘玉凤等^[19]建立门限自回归模型探究了羊肉价格和对应的价格同比指数的门限值。王明利^[1]运用 B-N 趋势周期分解法测定了羊肉价格波动的周期,发现我国羊肉价格周期性波动剧烈,自 1994 年经历了 6 个周期。李嘉祺等^[20]采用多元线性回归模型和联立方程组模型,从产、供、需、存 4 个维度分析了羊肉价格波动现状。王纪元和肖海峰^[21]运用 12 月移动平均法和剩余法分析了我国羊肉价格波动的季节性与周期性。时悦、郝永红等^[22,23]研究结果显示,羊肉价格波动的原因或影响因素涉及通货膨胀、生产成本提高、市场供给偏紧等诸多方面,孙世民等^[24]针对这一问题从表层直

接、中层间接、深层根源三个层次进行了探讨。

综上,关于疫情对农畜产品价格影响、羊肉价格波动规律及其影响因素方面已有较为丰富的研究成果,但也存在一些局限:一是对于羊肉价格波动规律的研究以 HP 滤波法、回归模型、移动平均法等传统计量模型方法为主,鲜有针对羊肉价格序列非平稳非线性的特点采用其他方法进行探索。二是现有分析羊肉价格波动影响因素的研究以从通胀、成本、产量等方面的综合定性或定量分析为主,较少涉及疫病等突发事件因素。肉羊相对生猪、肉鸡在生产周期、消费弹性等方面存在诸多差异。作为畜牧业的一个重要组成部分,肉羊产业受突发事件的影响不应被忽视。基于此,本文拟采用集成经验模态分解方法分析羊肉价格波动规律,并结合事件分析法研究突发事件对于羊肉价格造成的影响及其作用机制,旨在为稳定羊肉市场价格,实现肉羊产业稳定健康发展提供参考。

二、研究方法与数据来源

(一) 研究方法

1. 集成经验模态分解方法 (EEMD)

经验模态分解方法 (Empirical Mode Decomposition, 简称 EMD) 是 Huang 等^[25]提出的时频分析新工具,这种方法可以处理多种类型信号的分解,且在处理非平稳及非线性数据上优势明显,可以有效提高预测精度和降低建模的复杂性,提出后被迅速应用到降雨、季风、地震等自然事件预测、机械故障诊断、临床医学信号分析等诸多领域,其中工程领域是最主要的应用领域。2005年后 EMD 方法被逐步引入社会科学领域,以石油和股票价格的分析预测居多,农业方面的应用主要是粮食产量波动规律的研究、农业灌溉用水量的预测、旱灾及洪涝等自然灾害的分析、农产品价格波动规律的分析预测,研究的农产品种类涉及苹果、小麦、马铃薯等,畜产品方面的研究则很少,只有少数学者曾在生猪价格分析中采用过这种方法^[26-28]。

当多个事件同一时间段重叠发生时,传统方法不易分离出单一事件的影响,而 EMD 方法在不同时间尺度的事件重叠发生时可以将影响分解为

不同的模态^[29],这可以保证在事件期间如有其他事件伴随出现,可将其作为其他频率的分量剥离。但这种方法也存在一个缺陷,就是常会出现不同时间尺度特征被分解到一个本征模态函数 (Intrinsic Mode Function, 简称 IMF) 或者同一时间尺度成分出现在不同的 IMF 分量中,即模态混叠。这类情况的出现会降低本征模态函数的物理意义。对此,本研究采用 Wu 和 Huang^[30]提出的一种 EMD 改进方法——集成经验模态分解方法 (Ensemble Empirical Mode Decomposition, 简称 EEMD),通过向原始时间序列中添加白噪声序列,然后对得到的新数据序列分解,迭代重复这些步骤,将集成平均值作为最终结果,从而能够很大程度地缓解模态混叠,得到更具物理意义的模态函数。EEMD 的具体步骤如下:

将正态分布的白噪声序列添加到原始序列 $x(t)$ 得到:

$$X(t)=x(t)+\omega(t) \quad (1)$$

其中, $\omega(t)$ 为白噪声序列, $X(t)$ 为添加白噪声后的新序列。对新序列 $X(t)$ 作 EMD 分解得到 n 个 IMF 分量 $c_i(t)$, $i=1,2,\dots,n$ 和一个余项 $r(t)$ 。

接下来向原始序列添加不同的白噪声,然后重复上述两个步骤,将第 j 次加入白噪声后得到的第 i 个 IMF 记为 $c_{ij}(t)$ 。

将每次得到的 IMF 分量和余项作总体平均运算,得到的 IMF 分量和余项均值为最后结果:

$$c_i(t)=\frac{1}{N}\sum_{j=1}^N C_{ij}(t) \quad (2)$$

$$r(t)=\frac{1}{N}\sum_{j=1}^N r(t) \quad (3)$$

EEMD 中所加高斯白噪声的次数服从以下统计规律:

$$\varepsilon_n = \frac{\varepsilon}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

其中, N 为添加噪声的次数, ε 为高斯白噪声的标准差, ε_n 为白噪声的标准差与信号的标准差之比。根据 Wu 和 Huang^[30]的观点,处理次数要足够多才能在使用 EEMD 时减少白噪声对原始序列的影响。

2. 事件分析法

事件分析法于 1933 年由 Dolley 首次提出^[31],早期主要运用于金融领域,分析特定事件对公司

价值的影响。后被学者们逐渐运用到更多的领域，研究某事件的发生对组织价值的影响及其程度^[32]。Zhang 等^[29]将经验模态分解法与事件分析法结合分析了波斯湾战争和伊拉克战争对原油价格的影响；赵畅锦等^[28]在经验模态分解的基础上运用事件分析法探讨了调控政策对生猪价格的影响。基于经验模态分解的事件分析法在探究重大事件对非线性非平稳价格序列的影响方面具有很好的效果，因此本文拟采用这种方法研究突发事件对羊肉价格的影响。

(二) 数据来源

2000 年以来疫病事件较多，选择代表性事件非常重要。表 1 列出了 2000 年以来我国重大动物及人畜共患疫病事件，本文将基于影响是否直接、影响范围是否广泛、影响程度是否严重三个方面对这些疫病进行选择。猪瘟、禽流感等相关疫病对肉羊产业的影响主要反映于替代品消费，与小反刍兽疫、牛羊布病等疫病的影响相比不够直接。2015 年和 2019 年的布鲁氏菌病主要集中于局部区域，事件得到控制较快且影响范围和程度有限。资料和新闻显示，2013—2014 年小反刍兽疫疫情波及全国 20 余个省区，活羊调运受到限制，影响范围广，且疫情期间扑杀数十万只肉羊，程度也深。对于影响直接程度，新冠肺炎虽然不直接作用于羊身上，但此次疫情持续时间长、传播性强、波及面广，对我国经济社会影响程度颇大，畜牧业又因其自身特点受影响较为突出。综合考虑，本文选择的突发事件为小反刍兽疫和新冠肺炎疫情，两者分别是 2000 年以来我国影响最大的一次羊疫和最大的一次急性传染病，兼具事件类型代表性和研究价值。

表 1 2000 年以来重大动物、人畜共患疫病梳理

序号	时间(年)	事件
1	2003	SARS
2	2005	猪链球菌病；禽流感
3	2006—2007	猪高热
4	2009	甲型 H1N1 流感
5	2013	H7N9 禽流感
6	2013 末—2014	小反刍兽疫
7	2015	布鲁氏菌病
8	2018—2019	非洲猪瘟
9	2019 末	布鲁氏菌病
10	2019 末—至今	新冠肺炎

综合研究目的和事件的持续时长，本文选取中国羊肉价格的月度、周度、日度数据进行相应的研究，数据来源于《中国畜牧兽医年鉴》、农业农村部和中国畜牧业信息网。

首先，选取时间跨度为 2001 年 1 月—2020 年 10 月的全国羊肉集贸市场价格月度数据，从长期角度分析羊肉价格波动规律，考虑到原序列存在季节趋势，使用 X12 季节调整法对月度价格进行了季节调整，调整后再进行分解，调整后的序列记为羊肉月度价格调整序列。

其次，选取分析窗口为 2013 年 7 月 31 日—2017 年 12 月 27 日（包含事件窗口和估计窗口）的价格数据，以研究小反刍兽疫暴发对羊肉价格的影响，由于事件持续时间较长，选取周度数据进行分析。其中，事件窗口为 2013 年 11 月 30 日—2017 年 8 月 30 日，因资料可查的最早一次羊群发病始于 2013 年 11 月 30 日（新疆伊犁），将其定为事件窗口的起点；此次疫情的大规模暴发致使养羊业受到严重打击，羊肉价格连续多年走低，直到 2017 年 8 月末才恢复，考虑到充分和完整地描述此次事件，将 2017 年 8 月 30 日作为事件窗口的另一端；估计窗口设定为事件前后四个月。图 1 描述了分析窗口期间的羊肉价格走势，并对一些关键事件进行了标注。

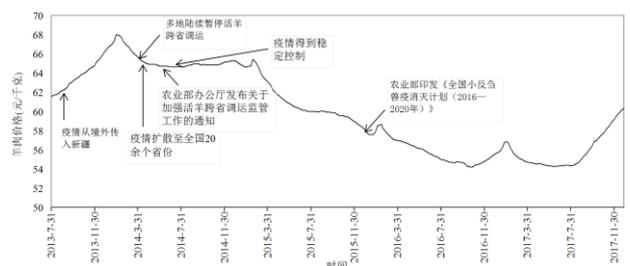


图 1 2013 年 7 月 31 日—2017 年 12 月 27 日的羊肉周度价格走势

再次，选取分析窗口为 2019 年 9 月 23 日—2020 年 8 月 8 日的全国农产品批发市场羊肉平均价格数据，研究新冠肺炎疫情暴发对羊肉价格的冲击，由于事件分析时间较短，选取日度数据进行分析。事件窗口为 2020 年 1 月 23 日—2020 年 4 月 8 日，起止点选取基于武汉封城时间 2020 年 1 月 23 日和解禁时间 2020 年 4 月 8 日，作为疫情发展扩散和基本得到控制的时间点，将估计窗口设定为事件前后四个月。图 2 描述了分析窗口期间的羊肉价

格走势,并对一些关键事件进行了标注。

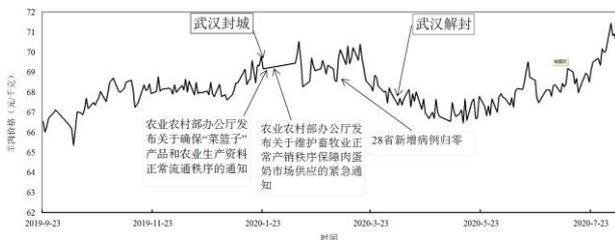


图2 2019年9月23日—2020年8月8日的羊肉日度价格走势

三、基于集成经验模态分解的羊肉价格波动规律分析

(一) 羊肉价格波动阶段

我国羊肉价格总体呈现波动中上涨的趋势,大致可分为四个阶段(图3)。

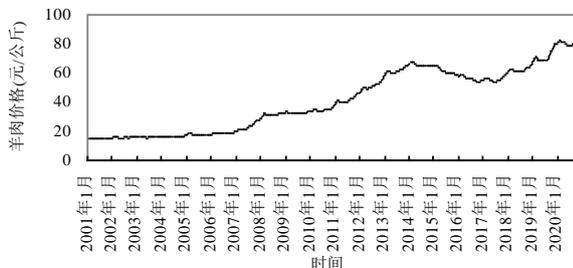


图3 2001年1月—2020年10月我国羊肉月度价格走势

第一阶段,2001年1月—2006年12月,价格曲线较为平缓,呈现缓慢上升趋势。羊肉消费水平较低且增长缓慢,供给稳定增长,无明显供需缺口。第二阶段,2007年1月—2014年2月,价格曲线斜率增加,呈现快速上升趋势。价格快速上涨的原因主要有两方面:一方面随着禁牧、草畜平衡、草原生态补奖等生态保护政策的实施,养殖方式转变使得养殖成本提高^[33];另一方面,火锅、烧烤等饮食的盛行,推动羊肉消费需求快速增加,而供给增速放缓,供需缺口拉大。第三阶段,2014年3月—2017年8月,羊肉价格呈现下降趋势。羊肉价格下降的主要原因是:小反刍兽疫的大规模暴发,为控制疫情蔓延活羊被严格限制跨省调运,导致外销受阻;由于疫情发生,羊肉消费需求明显下降;这段时间还伴随政府反腐,中央八项规定的严格实施使得羊肉公款消费等需求减少^[21];走私羊肉的猖獗和中澳自由贸易协定签订后进口羊肉的大量涌入对国内市场造成了低价冲击。第四阶段,2017年9月至今,羊肉

价格在波动中持续上涨。随着养殖成本的不断增加,消费需求的快速增长,供需缺口继续扩大,加上猪肉价格上涨的替代效应以及新冠肺炎疫情的影响,羊肉价格保持高位运行。

(二) 羊肉价格波动规律

1. 数据的相关检验

(1) 平稳性检验。采用 ADF 方法考察 2001 年 1 月—2020 年 10 月羊肉月度价格序列的平稳性,结果见表 2。从检验结果中看出,ADF 检验值为-2.084,大于 1%、5%、10%三个显著性水平的临界值, t 统计量的相伴概率 P 值大于三个显著性水平,因此在 1%的显著性水平下,不拒绝原假设,存在单位根,羊肉价格时间序列非平稳。

表2 羊肉月度价格序列的平稳性检验(ADF 检验)结果

	t 统计量	P 值
ADF 检验值	-2.084	0.5518
1%的水平临界值	-3.998	-
5%的水平临界值	-3.429	-
10%的水平临界值	-3.138	-

(2) 非线性检验。采用 BDS 方法分析 2001 年 1 月—2020 年 10 月羊肉月度价格序列是否存在非线性特征,用作检验的是原始价格数据的对数收益率序列,检验结果见表 3。 Z 统计量服从标准正态分布,且是 BDS 统计量的极限分布, $P < 0.01$,在 1%的显著性水平下通过原假设的概率很小,因此拒绝原假设,即羊肉价格时间序列呈现非线性关系。

表3 羊肉月度价格序列的 BDS 检验结果

项目	维数				
	2	3	4	5	6
Z 统计量	11.037	11.686	12.139	12.346	13.093
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

综上,羊肉价格月度序列呈现非线性、非平稳的特征,本文将使用集成经验模态分解方法进行羊肉价格序列的平稳化,分解提取出羊肉价格序列在不同时间尺度上的波动信息,从而更好地研究羊肉价格波动特征与规律。

2. EEMD 分解

在 EEMD 分解前需预先设置参数,本文设定 ε_n 为 0.2, N 为 100。2001 年 1 月—2020 年 10 月的羊肉月度价格序列进行季节调整后,得到羊肉月

度价格调整序列 (price_sa)，对它作 EEMD 分解，得到 6 个 IMF 和 1 个趋势项，结果如图 4 所示。6 个 IMF 分量和趋势项的统计特征如表 4 所示。结合图 4 和表 4 可以得出，从 IMF1 到 IMF6 波动频率逐渐降低、平均周期逐渐增加、波动幅度大体呈现增长趋势。就表 4 中的相关系数看，IMF4、IMF6 以及趋势项与原始序列相关程度较为显著，其中趋势项和原始序列相关系数最大、

IMF6 次之，所有分量中 IMF5 相关系数最小且不显著。由分解后序列方差占比可以反映各分量对分解后序列整体的解释力度，趋势项的方差占比最高，达到 89.59%。综合相关系数和分解后序列方差占比两方面考虑，可以得出羊肉月度价格波动的主导模式不是 IMF 而是趋势项，我国羊肉价格长期来看呈上升趋势。

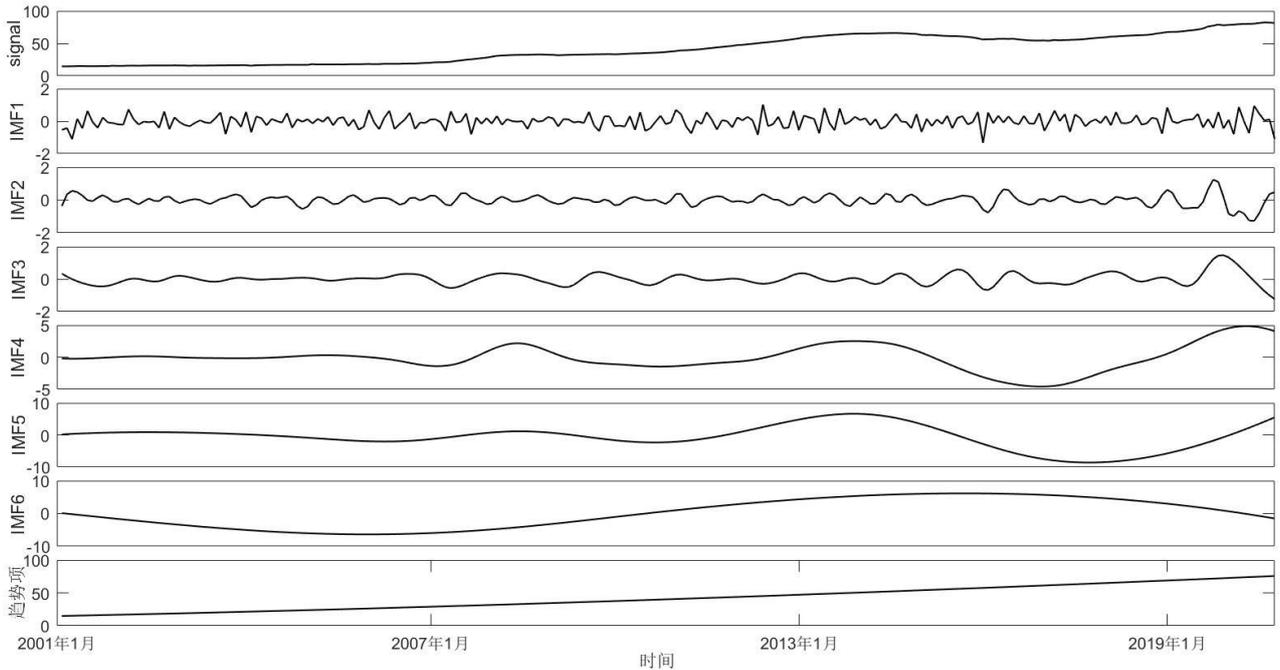


图 4 羊肉月度价格调整序列 (price_sa) 的 EEMD 分解结果

表 4 各 IMF 分量的统计特征分析

	平均 周期(月)	Pearson 系数	Kendall 系数	方差	分解后序列 方差占比(%)
原始序列				449.147	
IMF1	2.74	0.049	0.046	0.156	0.04
IMF2	5.80	-0.114	-0.054	0.095	0.03
IMF3	12.53	0.142*	0.068	0.119	0.03
IMF4	47.60	0.235**	0.114	3.961	1.11
IMF5	79.33	-0.010	-0.041	13.461	3.77
IMF6	238	0.800**	0.484**	19.366	5.42
趋势项		0.960**	0.874**	319.900	89.59

注：**表示相关性在 0.01 的水平上 (双尾) 显著；*表示相关性在 0.05 的水平上 (双尾) 显著。下同。

3. 结果分析

参考已有研究^[34]对高频分量和低频分量进行划分，主要划分标准为前 i 个 IMF 和的均值与零的偏离程度。首先将前 i 个 IMF 的和记为指标 i ，计算得到 IMF1, IMF1+IMF2, IMF1+IMF2+IMF3……

一系列指标 i ；然后对得到的各个 i 指标序列进行 t 检验，以确定均值显著偏离零的 i ，并找到划分的转折点。结果显示 (图 5)，在 $i=5$ 时 t 值明显跳跃，样本均值较 $i=4$ 时明显偏离 0。因此，以 $i=5$ 作为划分转折点，IMF1 至 IMF4 的加总记为高频分量，IMF5 与 IMF6 的和记为低频分量。

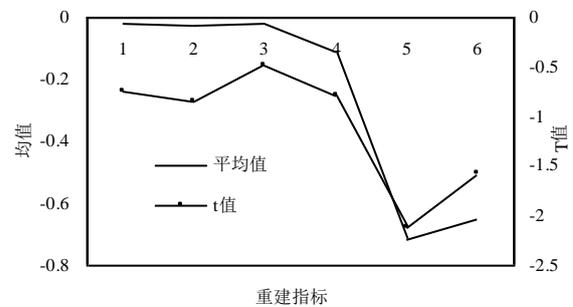


图 5 高低频分割判断图

表 5 列出了羊肉月度价格调整序列高频分量、低频分量和趋势项的统计特征。图 6 显示了羊肉月度价格及其三个组成部分的变化趋势。

表 5 重组后各分量的统计特征

	Pearson 系数	Kendall 系数	方差	分解后序列 方差占比(%)
高频分量	0.238**	0.111*	4.441	1.25
低频分量	0.633**	0.396**	30.258	8.53
趋势项	0.960**	0.874**	319.900	90.21

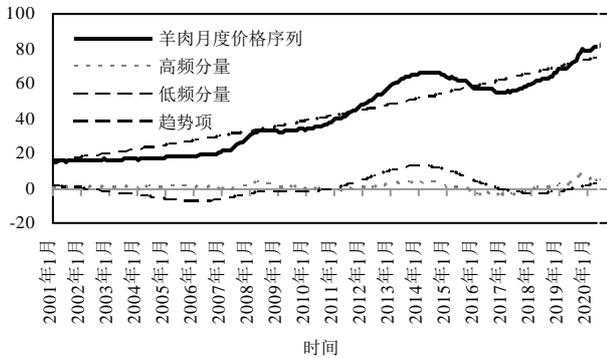


图 6 羊肉月度价格及三个组成部分的变化趋势

结合表 5 和图 6，进一步阐述高频分量、低频分量和趋势分量的经济含义，揭示羊肉价格波动内在特征。

(1) 趋势分量。趋势分量描述了羊肉价格的长期发展趋势。在三部分分量中，趋势分量与原始价格序列相关系数最大，且经过 P 值检验两个相关系数都呈现为高度显著；趋势分量对分解后序列解释力度高达 90.21%。因此，趋势分量既是羊肉价格序列的重要组成部分，也是长期羊肉价格变化的主导力量，持续增长的趋势与我国稳步上升的经济发展趋势一致。

(2) 低频分量。低频分量描述了重要事件的

发生对羊肉价格的影响。低频分量呈现出波动持续周期长和波动幅度大的特点，表明羊肉价格在某一时段受到了较大的冲击且短时间未能恢复；低频分量与原始序列的相关系数介于趋势项和高频分量之间，两个系数也都显著相关，但对分解后序列的方差解释力度较小。因此，低频分量反映羊肉价格的中长期变化趋势，上升和下降的较大幅度 and 较长时间对应特殊事件发生对羊肉价格造成的影响。

(3) 高频分量。高频分量描述了羊肉价格的短期市场不平衡。曲线波动频繁、持续时间短，波动幅度维持在零均值线上下的小幅范围。这一情况可以解释为是由许多短期事件引起的市场正常波动，如恶劣天气、节假日、短期饲料价格上涨、进口受阻等因素产生了影响但持续时间相对较短。尽管高频分量与原价格序列的相关系数也显著，但高频分量与原价格序列的相关性最低且方差解释力度最小，因此，在中长期或长期羊肉价格预测中，高频分量影响不大，可以忽略，然而在短期羊肉价格研究中应给予其应有的关注。

四、基于事件分析法的羊肉价格分析

(一) 小反刍兽疫

采用 EEMD 方法分解羊肉周度价格序列得到 6 个 IMF 分量和 1 个趋势项 (图 7)。

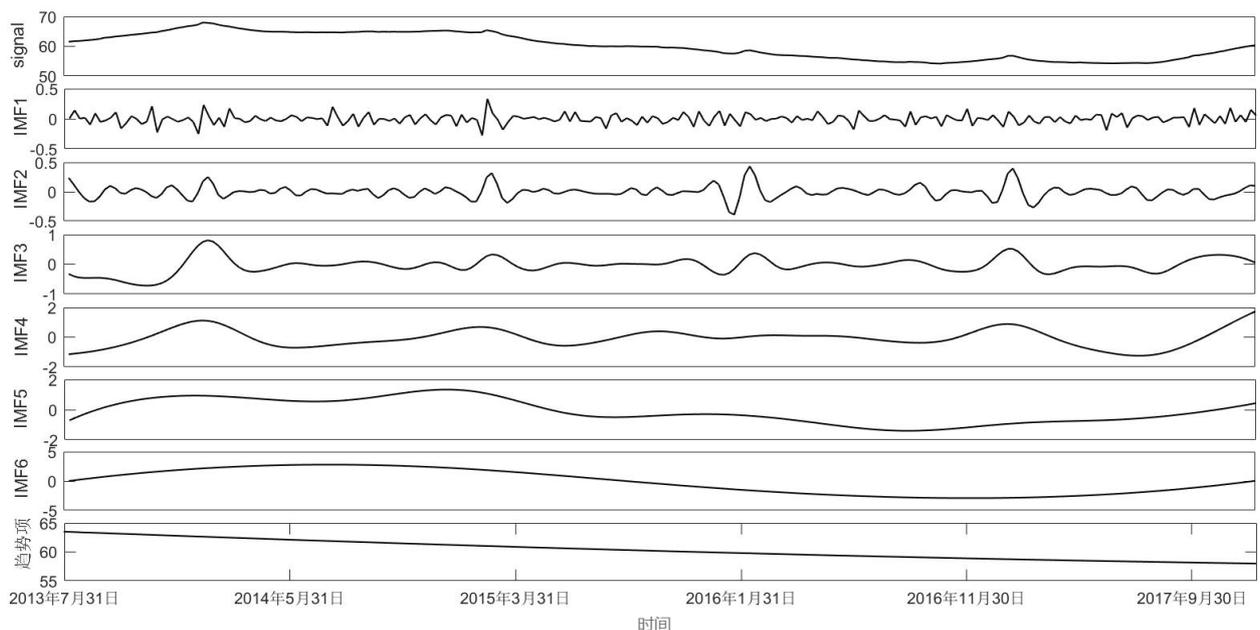


图 7 羊肉周度价格序列的 EEMD 分解结果

表 6 为 6 个 IMF 分量和 1 个趋势项的统计特征，在各个分量中，IMF6 与原周度价格序列具有最大相关系数且系数显著，呈现最高的相关程度；IMF6 的分解后序列方差占比也最高，反映 IMF6 对原周度价格序列的波动贡献力度最大。综合考虑得出 IMF6 是主要的本征模态函数。

表 6 各 IMF 分量的统计特征分析
(原序列为羊肉周度价格序列)

	平均周期 (周)	Pearson 系数	Kendall 系数	方差	分解后序列 方差占比(%)
原始序列				18.235	
IMF1	3.00	-0.012	-0.022	0.007	0.09
IMF2	6.08	0.059	0.048	0.011	0.14
IMF3	14.44	0.012	0.039	0.065	0.83
IMF4	38.50	0.228**	0.191**	0.346	4.39
IMF5	77.00	0.922**	0.713**	0.629	7.99
IMF6	231.00	0.967**	0.740**	4.201	53.38
趋势项		0.876**	0.668**	2.612	33.18

图 8 显示了 IMF6 和原始周度价格序列经标准化后的变化趋势，可以看出 IMF6 对原始周度价格序列拟合效果很好，走势较为一致。对于极值点位置存在的微小差异主要源于 EEMD 算法本身，但是距离最近的最大值和最小值间距相对稳定，可以用来测量每个周期的波动幅度^[24]。在这里，第一个最大值和第一个最小值的差值为 10.56，即小反刍兽疫事件造成了羊肉价格每千克下降 10.56 元。

对于其他 IMF 尤其是高频 IMF 的影响则比较细微。高频 IMF 反映短期事件引起的波动，波动频繁且引起的价格波动幅度较小；根据上文提到的特征模态重建步骤，对得到的各个 i 指标序列进

行 t 检验，结果如图 9 所示。 t 值在 $i=3$ 处发生明显跳跃，IMF1 与 IMF2 重建的均值则没有明显偏离 0。因此，文中只对低频分量中的主要模式进行探讨，高频分量在此次事件中对价格产生的影响可以忽略不计。

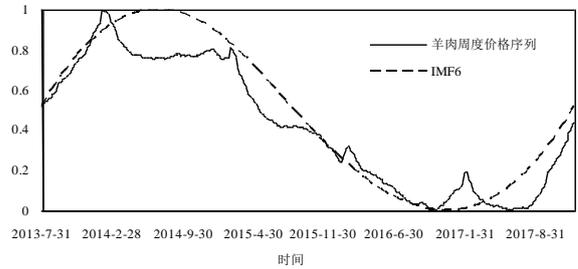


图 8 标准化后的 IMF6 和原始周度价格序列

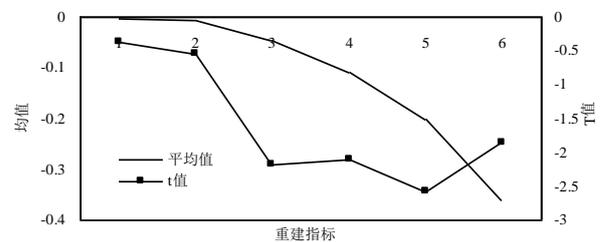


图 9 高低频分割判断图（原序列为羊肉周度价格序列）

对于小反刍兽疫事件是否加剧了羊肉市场波动，可通过观察希尔伯特谱（图 10）得知。希尔伯特谱是 EEMD 结合希尔伯特-黄变换得到的直观结果，描述时间-频率-幅值三者间关系，其中，白线是原始价格序列，纵轴是归一化的瞬时频率，不同颜色代表不同能量。在各个时间点，能量主要分布在低频，事件窗口的能量簇相对更为密集，且事件窗口能量要高于估计窗口的能量，表明小反刍兽疫的发生增加了羊肉市场的波动性。

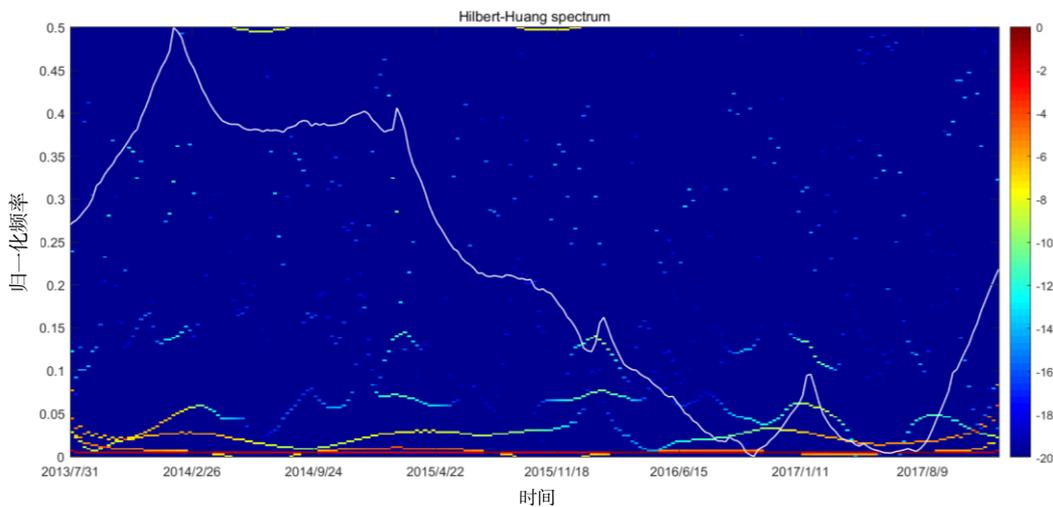


图 10 IMF 函数的希尔伯特谱（小反刍兽疫事件）

为检验小反刍兽疫对羊肉价格引起的影响是暂时的还是长期的，采用 Bai 等^[35]提出的 Bai-Perron 检验，这是一种多结构断点检验的有效方法，不仅能够判断时间序列是否存在结构突变，还可以检测出断点次数以及断点的置信区间。对 2001 年 1 月—2020 年 10 月的羊肉月度价格序列进行 BP 检验，结果显示，羊肉价格存在 5 个结构断点，分别是 2007 年 9 月、2011 年 1 月、2012 年 12 月、2015 年 10 月和 2018 年 12 月。其中与小反刍兽疫暴发最接近的断点是 2015 年 10 月，结构断点的出现证明小反刍兽疫对羊肉价格造成了严重影响，且这种影响不是短期的。肉羊产业遭受此次大规模疫情冲击后，短期难以恢复，而且肉羊养殖存在周期长的特点，这可以解释为何结构断点没有在疫情最严重时立即出现而是存在滞后的情况。

综上分析，小反刍兽疫期间对羊肉价格产生的影响可分为高频分量、低频分量以及趋势项三方面来源，其中占主导作用的是代表极端事件冲击的低频分量，与原始价格序列拟合效果很好，能解释事件期间大部分价格变化。至于高频分量反映的短期事件引起的波动，幅度较小且能在短时间消除，对价格产生的影响可以忽略不计。小反刍兽疫增加了羊肉市场的波动，暴发一段时间后价格序列出现了断点，体现出这次疫情对羊肉价格造成了严重影响，且这种影响是较长时间的，致使羊肉价格在 2014 年后呈现连续几年的下降。

(二) 新冠肺炎疫情

采用 EEMD 方法分解羊肉日度价格序列得到 6 个 IMF 分量和 1 个趋势项 (图 11)。

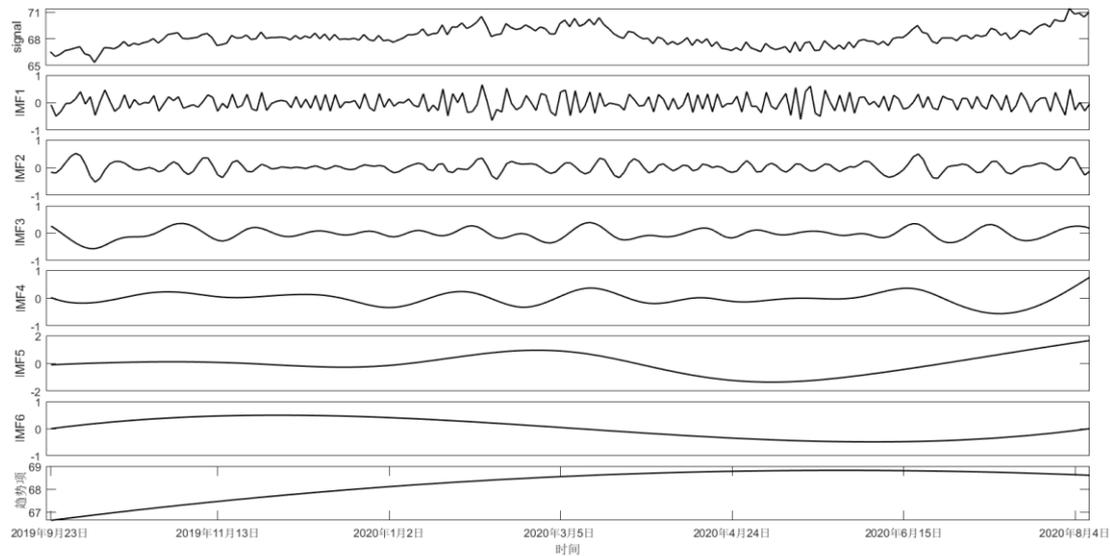


图 11 羊肉日度价格序列的 EEMD 分解结果

表 7 列出了 6 个 IMF 分量和 1 个趋势项的统计特征。

表 7 各 IMF 分量的统计特征分析 (原序列为日度价格序列)

	平均 周期(日)	Pearson 系数	Kendall 系数	方差	分解后序列 方差占比(%)
原始序列				1.063	
IMF1	2.73	0.284**	0.183**	0.075	6.16
IMF2	5.76	0.280**	0.182**	0.031	2.56
IMF3	13.31	0.405**	0.216**	0.036	2.93
IMF4	30.43	0.291**	0.184**	0.050	4.09
IMF5	106.50	0.738**	0.544**	0.498	41.00
IMF6	213.00	0.146*	0.119	0.125	10.25
趋势项		0.295**	-0.011	0.401	33.02

在各个分量中，IMF5 与原日度价格序列的相关程度最高，且分解后序列方差占比最大，对原序列解释力度最大，因此确定主导模式为 IMF5。图 12 显示了标准化后的 IMF5 和原始序列的走势，IMF5 与原始序列拟合效果良好。

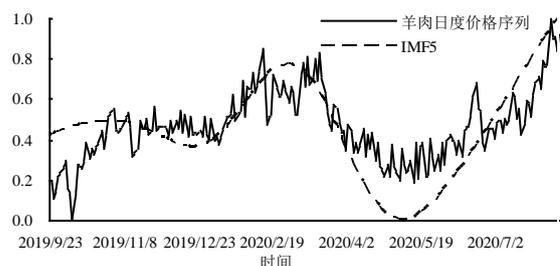


图 12 标准化后的 IMF5 和原始日度价格序列

距离最近的一对极值间距为 1.36, 即新冠肺炎疫情推动了羊肉价格每千克上涨 1.36 元。对得到的各个 i 指标序列进行 t 检验, 结果显示, t 值在 $i=3$ 时发生较大跳跃, IMF1 至 IMF2 重建的均值没有明显偏离 0。因此, 对于其他 IMF 尤其是高频 IMFs 引起的价格波动影响较小且能在短期很快消除。

观察这段时间 IMF 分量的希尔伯特谱 (图 13), 能量主要分布在低频分量, 事件窗口的能量簇相对于估计窗口更密集, 能量高于估计窗口,

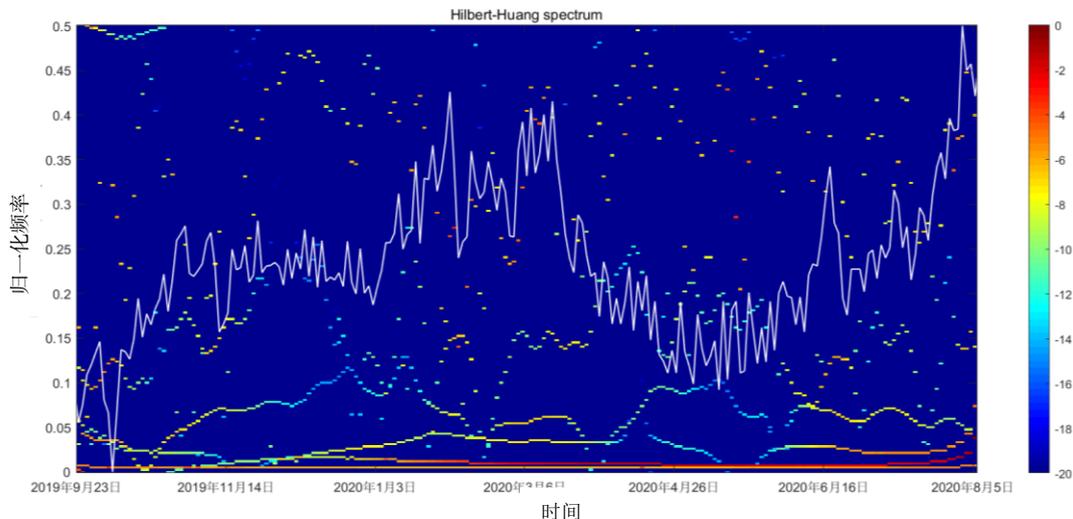


图 13 IMF 函数的希尔伯特谱 (新冠肺炎疫情事件)

根据 Bai-Perron 检验结果, 新冠肺炎疫情发生后并未出现断点, 这显示疫情引起了羊肉价格的上涨, 但并未造成结构性变化, 因此影响是短期的。究其原因, 在医护人员和全国各界的不懈努力下, 新冠肺炎疫情在短期得到基本控制, 且国家在疫情期间接连出台的政策有效保障了肉类供给, 从而控制了价格的大幅度上升。

综上所述, 新冠肺炎疫情期间对羊肉价格波动占主导作用的是代表极端事件冲击的低频分量, 与原始价格序列拟合效果很好, 能解释事件期间大部分价格变化。新冠肺炎推动了羊肉价格的上涨, 增加了羊肉市场的波动, 但并未造成羊肉价格结构性变化, 影响是短期的。

五、两次突发事件的影响对比及作用机制分析

(一) 影响对比

两次事件都属突发公共卫生事件, 具有传播

说明新冠肺炎疫情加剧了羊肉市场的波动。而由于新冠肺炎疫情发生在春节附近, 引起的价格波动是否来源于节日需要进一步分析。以往年份春节期间羊肉价格往往因为需求旺盛而高涨, 但新冠肺炎疫情期间, 为防止疫情传播, 民众多在家隔离, 外出聚餐大多取消, 而且受舆论影响, 居民害怕疫情与动物相关, 在家肉类消费也大量减少, 因此, 疫情期间不同于往年的春节消费需求高涨, 可以一定程度上排除节日效应的干扰。

速度快, 影响范围广、感染对象高致死率等特点, 对肉羊产业均造成一定影响, 事件期间影响可分解为三个方面: 高频分量、低频分量以及趋势项, 占主导作用的都是低频分量, 与原始价格序列呈现很好的拟合效果, 表明两次疫情期间羊肉价格的波动均来自突发事件的冲击。但经过分析发现两次事件的影响存在明显的差异, 主要表现在影响时间和影响程度上。

(1) 影响时间。小反刍兽疫从 2013 年年末暴发到次年的下半年 8、9 月份才得到基本控制, 事件严重期较新冠肺炎疫情更长, 且小反刍兽疫发生一段时间后价格序列出现了结构断点, 而新冠肺炎疫情期间及之后一段时间则未出现断点, 也说明小反刍兽疫造成的影响时间更长。

(2) 影响程度。小反刍兽疫造成羊肉价格下降 10.56 元/千克, 远大于新冠肺炎疫情对羊肉价格的推动作用 (1.36 元/千克), 这也说明小反刍兽疫相比新冠肺炎疫情对肉羊产业造成了更严重的

影响。

(二) 作用机制

两次突发事件同属疫病类突发事件，对羊肉价格的影响却存在较大差异，造成这种影响的原

因何在？两次疫情对价格的影响途径有哪些？

价格波动离不开供给和需求，根据供求理论，供给或者需求变动会影响羊肉价格，具体途径如图 14 所示。

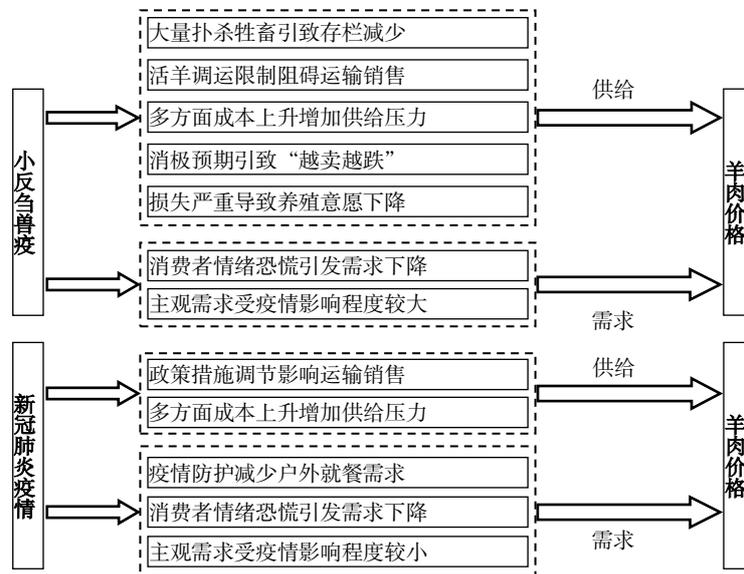


图 14 两次突发事件对羊肉价格影响的作用机制

疫情改变羊肉供给主要途径包括：1) 肉羊被大量扑杀导致存栏减少。小反刍兽疫暴发后，为控制疫情传播，相关部门组织扑杀大量疫区肉羊，从而存栏量下降明显。2) 政策措施变动影响运输销售。这一影响在小反刍兽疫和新冠肺炎疫情期间都有显示，小反刍兽疫发生后多省活羊调运暂停，外销受阻，肉羊压栏严重，同样新冠肺炎疫情期间为控制疫情蔓延全国严格交通管控，畜产品运输也一定程度受阻，肉羊出栏存在延迟，而且出于疫情防护考虑各地农贸市场和大型商超关停，线下销售渠道也存在不畅的情况。但对比看，新冠肺炎疫情期间的多项“菜篮子”供给保障政策，起到了一定作用，有效地减少了畜产品供给压力。3) 多方面成本上升增加供给压力。小反刍兽疫和新冠肺炎疫情期间都遭遇了养殖成本上升，共同遇到的困难有牲畜延迟出栏使生产资料以及饲料需求增加，同时防疫成本增加。而新冠肺炎疫情期间，不仅活羊运输受阻，饲草料等生产要素的运输也遭遇了较大运输难题，供给偏紧带来饲料等多种生产要素的价格不断攀升，进一步加剧了肉羊养殖业的成本压力。4) 消极预期引致“越卖越跌”。这是小反刍兽疫期间价格不断下跌的一个重要原因。由于主产区

活羊 70%靠外销以支持产业发展^[36]，活羊外销受阻导致的价格下降最为明显，养殖户损失惨重，养殖意愿下降，对价格不乐观的预期导致集中抛售，从而又导致价格的继续下降。而 2014 年末尽管疫情得到基本控制，但由于草原干旱，饲草料价格接连上升，供养一只羊的饲草料成本甚至大于一只羊的价格，养殖户难以负担饲养成本就不得已继续抛售，从而使得“越跌越卖，越卖越跌”的情况持续多年。5) 损失严重影响后期养殖意愿。在小反刍兽疫后这种现象明显，由于在疫情中损失严重、活羊价格一度低迷，养殖户失去养殖信心，从而选择减少或退出养殖，供给受到影响。新冠肺炎疫情后养殖户也遭受很大损失，但羊肉价格持续高位运行使得养殖户恢复生产的信心和积极性要远大于小反刍兽疫时期。

疫情影响羊肉消费需求的主要途径涉及：1) 疫情防护减少户外就餐需求。为减少病毒扩散，积极响应国家防疫措施，2020 年新冠肺炎疫情期间居民隔离在家户外就餐减少，作为以往烧烤火锅、餐饮聚会的重要原材料，餐饮行业对羊肉等畜产品的需求明显下降。2) 消费者情绪恐慌引发需求下降。尽管小反刍兽疫不会感染人，新冠肺炎与动物是否有关尚未清楚，人们往往会谨慎地

选择减少消费^[37]。同时夸大的不明确的媒体报道、消费认知缺乏也会加剧消费者情绪恐慌,导致需求下降程度更大。3) 疫情影响程度也会影响需求。SARS 时期猪肉、禽类等需求下降,禽流感期间禽类需求下降,而非洲猪瘟和新冠肺炎疫情期间猪肉需求波动较小,与上面提到消费会因疫情恐慌而下降相反,价格波动方向也与之之前动物疫情发生时呈现出相反情况。换句话说,不仅相近年份猪肉在疫情中较鸡肉需求受影响更小,而且猪肉需求相比十几年前受疫情影响更小,因此根据这些情况推断,肉类需求受疫情影响程度是会发生变化的,与不同社会阶段、产品类型等因素有关。而羊肉在小反刍兽疫和新冠肺炎疫情期间的价格波动方向差异或许也可以通过这一点解释,随着经济社会发展,居民收入水平提高以及消费认知进步,不仅当前对羊肉的消费需求大于 2014 年,而且需求受疫情的影响程度也发生变化,在新冠肺炎疫情期间主观消费需求减小的幅度低于小反刍兽疫期间,供给的压力相比消费需求的下降更大,因此价格呈现小幅上涨。

总的来说,疫情会通过多种途径影响供给和需求,进而对羊肉价格造成影响,但由于事件期间一些其他因素的差异,影响的强弱会有不同。如两次事件期间交通管制的影响就不同。也有一些途径只对某一事件有较大的供给或者需求影响,如小反刍兽疫期间大量牲畜被扑杀影响活羊供给,新冠肺炎疫情期间居民隔离在家减少了户外就餐需求。此外,疫情对羊肉价格的影响还与疫情本身特点有关系,如主要感染对象的差异和得到基本控制的快慢。新冠肺炎病毒感染的主要对象是人,对畜牧业多为间接影响,小反刍兽疫主要发病群体在山羊、绵羊等小反刍动物,直接打击肉羊产业,而且新冠肺炎疫情相比小反刍兽疫较快地得到了基本控制,使得肉羊生产活动和市场秩序能更快恢复,因此引起的羊肉价格波动要小一些。

六、主要结论与政策建议

上述研究表明:第一,从羊肉价格波动规律看,我国羊肉价格波动可以分解为趋势分量、低频分量和高频分量三个部分。其中趋势分量长期

呈不断上涨趋势,是羊肉价格长期变化的主导力量;低频分量波动持续周期长且波动幅度大,体现羊肉价格在某一时段受到了较大冲击且短时间未能恢复,描述了重大事件的发生对羊肉价格的影响;高频分量波动频繁且幅度维持在零均值线上下的小幅范围,描述了羊肉价格的短期市场失衡,一般是恶劣天气、节假日、短期饲料价格上涨、进口受阻等短期事件导致的。第二,小反刍兽疫和新冠肺炎疫情两个突发事件都增加了羊肉市场的波动,对肉羊产业造成了影响,具体表现为小反刍兽疫事件造成羊肉价格每千克下降 10.56 元;新冠肺炎疫情事件则推动了羊肉价格每千克上涨 1.36 元。但影响也存在明显差异,一方面,小反刍兽疫对羊肉价格造成的影响程度明显大于新冠肺炎疫情;另一方面,小反刍兽疫暴发一段时间后价格序列出现了断点,体现出这次疫情对羊肉价格造成了严重影响,且这种影响是较长时间的,而新冠肺炎疫情并未造成羊肉价格结构性变化,影响是短期的。第三,通过分析两次事件影响的作用机制可发现,由于两次突发事件期间的政策调节、消费需求的影响程度等方面存在差异,疫情对羊肉供给和需求的作用程度不同,进而价格受到的影响呈现出明显区别。此外,感染对象差异等疫情自身特点也是造成影响差异的一方面因素。

基于上述结论提出如下建议:第一,加强对市场价格的监测。及时发布供给、需求、成本以及牛肉等替代品价格等市场信息,健全羊肉价格预警机制;在疫情暴发、重大政策提出等事件期间进一步提高警惕,当羊肉价格的波动超出一定范围或者异常波动超出一段时间时,相关部门应考虑采取适时适度的调控策略进行应对以稳定市场价格。第二,提高对疫病防控和调运监管工作的重视。应继续秉持防重于治的原则,从三方面重点着手。一是要对羊舍、运动场、饲料仓库等相关场所和设备用具定期消毒,做好清洁卫生工作。二是加强我国边境地区疫情防控以及进口牲畜的检疫,防范易感动物的跨境流入和传播。三是根据当地疫病流行情况和疫苗效果等情况,要有计划地进行免疫接种,并在工作中确保免疫密度和免疫抗体效价达到国家规定标准,做好传染病的预防工作。同时加强对活羊调运

的监管,注意阻断传染途径。疫情期间,各地相关部门应加强外来羊只的检疫和监管力度,养殖户也要提高警惕,详细了解引进羊只信息并及时做好隔离工作,在确保引进羊只健康前不要盲目混养。第三,加大对肉羊产业的扶持和补贴。在疫情得到控制后,各地政府及相关部门要做好养殖户的安抚和救济工作,加大对肉羊产业的扶持和补贴力度,包括能繁母羊养殖补贴、疫病防控补贴、养殖保险补贴及生产资料等综合补贴,对养殖户的贷款方面也应给予更多优惠政策,为养殖环节风险应对和肉羊生产能力恢复提供保障。第四,加强疫情舆论监督。疫情期间官方部门或者权威机构应及时发布准确的疫情相关信息,以稳定消费者情绪,减少信息不对称带来的负面影响。同时加强新闻媒体、网络平台等各种信息渠道的舆论监管,防止夸大或者不实信息扩散引起公众恐慌,以维护市场正常秩序。另外,引导生产者和消费者积极关注官方发布的疫情相关知识和市场信息,提高自身认知水平,理性决策不盲从冲动。

参考文献:

- [1] 王明利,刘玉凤,吕官旺,等.我国羊肉价格波动的周期测定及政策启示[J].中国农业科技导报,2016(2):182-191.
- [2] 朱涛.重大突发事件与媒体正确舆论导向——以新冠肺炎公共卫生事件为例[J].中国报业,2021(9):112-113.
- [3] 丁存振,肖海峰.我国羊肉价格波动特征及替代品价格冲击效应分析[J].农林经济管理学报,2017(3):316-322.
- [4] 常倩,王士权,乔娟.2014~2015年我国羊肉价格下跌原因及其影响分析[J].现代畜牧兽医,2015(9):50-55.
- [5] 周海文,王劲松,王锐,等.外部冲击对肉产品价格的影响——以疫病为例[J].世界农业,2014(11):76-82.
- [6] 石自忠,周慧,胡向东.疫病冲击对中国畜产品价格波动的影响[J].农业现代化研究,2020(5):863-871.
- [7] 崔静,原云霄,姜春光.新冠疫情对中国农副产品价格波动影响的实证分析——基于VAR和GARCH-M模型[J].饲料博览,2021(8):41-49.
- [8] 张帆,孙瑜.重大突发事件对农产品价格冲击的测度及应对措施——以山东省果蔬类农产品为例[J].湖南农业科学,2021(4):105-109.
- [9] 谭雅蓉,王一罡,于金莹.新冠肺炎疫情对北京市蔬菜价格影响实证研究[J].北方园艺,2020(24):153-161.
- [10] 胡友,陈昕,祁春节.新冠肺炎疫情对农产品价格波动的影响及政策效应研究[J].农林经济管理学报,2021(1):59-69.
- [11] 陈振,张康辉,咎哲.基于SD模型的突发事件对农产品价格的影响——以2020年新冠肺炎疫情为例[J].江苏农业科学,2021(6):237-242.
- [12] 周志鹏,梁慧芯.新冠肺炎疫情对我国农产品价格的影响[J].价格月刊,2020(11):6-11.
- [13] 白华艳,关建波.猪肉产业链非对称价格传导机制:门限效应与市场势力[J].价格理论与实践,2021(2):79-82,131.
- [14] SEOK J H, KIM G S, REED M R, et al. The impact of avian influenza on the Korean egg market: Who benefited?[J]. Journal of Policy Modeling, 2018, 40(1): 151-165.
- [15] LIVANIS G T, MOSS C B. Price Transmission and food scares in the U.S. beef sector[C].2005 Annual meeting of American Agricultural Economics Association, 2005.
- [16] SAGHAIAN S H, OZERTAN G, SPAULDING A D. Dynamics of price transmission in the presence of a major food safety shock: Impact of H5N1 avian influenza on the Turkish poultry sector[J]. Journal of Agricultural & Applied Economics, 2008(40): 1015-1031.
- [17] 董谦,李秉龙,王士权.我国主要肉类价格波动规律研究[J].价格理论与实践,2014(7):67-69.
- [18] 钱贵霞,李梦雅.牛羊肉价格波动特征及趋势分析[J].价格理论与实践,2014(3):79-81.
- [19] 刘玉凤,王明利,石自忠.基于门限自回归的我国羊肉价格波动分析[J].广东农业科学,2014(17):206-210.
- [20] 李嘉祺,张华,孙建明.羊肉价格波动分析和预测[J].中国畜牧杂志,2018(11):133-139.
- [21] 王纪元,肖海峰.我国羊肉价格波动特征及影响因素研究[J].农业经济与管理,2015(6):76-84.
- [22] 时悦,李秉龙.我国羊肉价格变动趋势及其影响分析——对2006—2010年羊肉价格波动的思考[J].价格理论与实践,2011(1):60-61.
- [23] 郝永红,钱贵霞.我国现阶段羊肉价格上涨原因分析[J].农业展望,2011(12):16-21.
- [24] 孙世民,冯叶,张海峰.基于ISM模型的羊肉价格影响因素分析——以山东省为例[J].农业技术经济,2014(8):53-59.
- [25] HUANG N E, SHEN Z, LONG S R, et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[C]. Royal Society of London Proceedings Series A, 1998, 454(1971): 903-998.

- [26] 吴登生, 李建平, 汤铃, 等. 生猪价格波动特征及影响事件的混合分析模型与实证[J]. 系统工程理论与实践, 2011(11): 2033-2042.
- [27] 蔡超敏, 凌立文, 牛超, 等. 国内猪肉市场价格的 EMD-SVM 集成预测模型[J]. 中国管理科学, 2016(S1): 845-851.
- [28] 赵畅锦, 熊涛. 多尺度视角下生猪价格波动特征及调控政策的混合分析模型及实证[J]. 系统工程, 2017(12): 93-104.
- [29] ZHANG X, YU L, WANG S Y, et al. Estimating the impact of extreme events on crude oil price: An EMD-based event analysis method [J]. Energy Economics, 2009, 31(5): 768-778.
- [30] WU Z H, HUANG N E. A study of the characteristics of white noise using the empirical mode decomposition method[C]. Proceedings of the Royal Society of London Series A, 2004, 460(2046): 1597-1611.
- [31] DOLLEY J C. Characteristics and procedure of common stock split-ups[J]. Harvard Business Review, 1933, 11(3): 316-326.
- [32] 王玲, 朱占红. 事件分析法的研究创新及其应用进展[J]. 国外社会科学, 2012(1): 138-144.
- [33] 司智陟, 曲春红. 我国羊肉市场价格波动研究[J]. 现代畜牧兽医, 2014(9): 44-46.
- [34] ZHANG X, LAI K K, WANG S Y. A new approach for crude oil price analysis based on Empirical Mode Decomposition[J]. Energy Economics, 2008, 30(3): 905-918.
- [35] BAI J S, PERRON P. Computation and analysis of multiple structural change models[J]. Journal of Applied Econometrics, 2003, 18(1): 1-22.
- [36] 李秉龙, 王士权. 小反刍兽疫爆发对我国肉羊产业发展的影响[J]. 中国畜牧业, 2014(21): 31-33.
- [37] 郑燕, 丁存振, 马图骥. 禽流感疫情对我国畜禽产品价格波动的影响[J]. 农业经济与管理, 2018(2): 69-76.

责任编辑: 李东辉

(上接第 14 页)

- [21] 罗明忠, 邱海兰. 农机社会化服务采纳、禀赋差异与农村经济相对贫困缓解[J]. 南方经济, 2021(2): 1-18.
- [22] 郝爱民. 农业生产性服务对农业技术进步贡献的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2015(1): 8-15.
- [23] HAMILTON J R, ROBISON M H, WHITTLESEY N K, et al. Economic impacts, value added, and benefits in regional project analysis[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1991, 73(2): 334-344.
- [24] CUI J, SUI P, WRIGHT D L, et al. A revised integrated framework to evaluate the sustainability of given cropping systems[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 289(3): 1-13.
- [25] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. 中国工业经济, 2018(4): 5-18.
- [26] 张露, 罗必良. 中国农业的高质量发展: 本质规定与策略选择[J]. 天津社会科学, 2020(5): 84-92.
- [27] 郝一帆, 王征兵. 生产性服务业集聚有助于农业高质量增长吗?[J]. 人文杂志, 2019(5): 54-61.
- [28] 张虎, 韩爱华, 杨青龙. 中国制造业与生产性服务业协同集聚的空间效应分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2017(2): 3-20.
- [29] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命: 1978—2008 年[J]. 经济学(季刊), 2014(2): 537-558.
- [30] QIN Y, YAN H, LIU J, et al. Impacts of ecological restoration projects on agricultural productivity in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2013, 23(3): 404-416.
- [31] 刘洋, 余国新. 农业社会化服务与农业现代化耦合协调发展研究——以新疆为例[J]. 经济问题, 2020(8): 99-106.
- [32] AGHION P, BLOOM N, BLUNDELL R, et al. Competition and innovation: An inverted-U relationship[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2005, 120(2): 701-728.
- [33] ELHORST J P, FRÉRET S. Evidence of political yardstick competition in France using a two-regime spatial Durbin model with fixed effects[J]. Journal of Regional Science, 2009, 49(5): 931-951.
- [34] 高维龙. 产业集聚驱动粮食高质量发展机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2021(2): 80-94.
- [35] 李兆亮, 罗小锋, 张俊飏, 等. 农业科研要素投入的时空差异及其影响因素[J]. 中国科技论坛, 2016(2): 120-125.

责任编辑: 李东辉