

基于 GARCH 类模型中国原料奶价格波动实证分析*

王倩倩 卫龙宝 王文亭

(浙江大学中国农村发展研究院 杭州 310058)

摘要: 为揭示中国原料奶价格波动的影响因素及特征,本文采用 2007—2019 年的月度数据,运用 GARCH 类模型对中国原料奶价格波动进行了深入的分析。研究发现:中国原料奶价格波动具有显著的集簇性;中国原料奶价格波动具有成本推进型特征,牛肉的价格收益率对原料奶价格波动具有显著负向影响;原料奶价格波动不具有高风险高收益特征;在加入相关控制变量后,中国原料奶价格波动没有显著的非对称性。为此,本文从加强市场监管、强化信息预警及完善价格形成机制三方面提出了稳定原料奶价格波动、促进产业健康发展的政策建议。

关键字: 原料奶; 价格收益率; 波动; GARCH 类模型

一、引言

奶业养殖业作为节粮、经济及技术密集型产业,在现代化农业发展中具有突出的引领及带头作用。为此,中国政府做出了推进“奶业振兴”重要的决策,并在奶业养殖环节提出了 2020 年奶源自给率保持在 70% 以上的目标。而实现奶业自给率最为重要的就是稳定提升原料奶价格,从而保障奶农收益。然而一方面,由于中国乳制品关税低,使得进口乳制品大量涌入国内市场,中国奶牛养殖业在发展尚未成熟下就暴露在高度开放的市场中,导致任何国际市场上的价格变动、产量增减都可能对中国原料奶价格产生较大的影响。另一方面,由于奶业利益联结机制的不完善及产业链利益分配的扭曲,奶农在原料奶价格中缺乏话语权,中国尚未完全建立保障奶农利益的原料奶价格形成机制(张利庠,2009;马彦丽等,2017)。在“内忧外患”的境地下,中国原料奶价格频频陷入了暴涨暴跌的周期怪圈,导致上游奶牛养殖业发展步履维艰,降低了奶农的养殖积极性,保持中国稳定的奶源自给

率面临着严峻挑战。

据《中国奶业年鉴》数据显示,中国原料奶价格从 2007 年 1 月的 1.93 元/公斤增长到 2008 年 3 月的 2.93 元/公斤,随后由于三聚氰胺丑闻的影响,原料奶价格最低于 2009 年 8 月跌至 2.31 元/公斤。此后,中国原料奶价格持续上扬并在 2014 年 2 月上涨了 84.42%,达到 4.26 元/公斤的历史最高峰,之后受国际市场的影响,原料奶价格开始回落于 2015 年 3 月跌至 3.4 元/公斤,并此后一直在 3.3~3.6 元/公斤震荡波动。伴随着中国原料奶价格的剧烈波动,中国奶牛养殖业周期性的面临着倒奶杀牛、卖奶难、奶牛养殖企业亏损甚至倒闭等严峻形势,在此局面下,倒逼我们必须关注原料奶价格波动问题。因此,中国原料奶价格波动特征是什么?是否具有集簇性、高风险高收益性及非对称性?影响原料奶波动的因素又有哪些?这些问题的回答对稳定原料奶价格、保障奶农收益等政策的制定具有重要的意义。

* 项目来源: 国家留学基金资助“国家建设高水平大学公派研究生项目”(编号: 201806320206)

本文试图通过使用 GARCH 类模型,对中国原料奶价格波动进行实证研究,以期揭示其内在波动

特征,对中国原料奶市场的健康发展具有一定的启示。

二、文献综述

GARCH 类模型作为有效的异方差序列拟合模型,能够很好的反映市场波动存在的动态特征。GARCH 类模型最初大多数用于金融资产的波动性研究(Lamoureux 等,1990;刘金全等,2002),随着模型的进一步发展及拓宽,国内外学者们将其应用延伸到农产品价格波动领域并取得了丰富的成果。Aradhyula 等(1988)最早将 GARCH 模型运用于包括牛肉、猪肉及鸡肉在内的畜产品零售价格研究中,并指出计量经济领域的新进展可有效地应用于农业数据。Beck(1993)利用 ARCH 模型对生猪、橙汁、大豆和活牛的价格数据进行了验证,结果表明 4 类商品价格的方差均具有可预测的成分。Shively(1996)将 ARCH 模型应用于 1978—1993 年博尔加坦加市与海岸角市的玉米价格市场的研究,衡量了加纳玉米价格波动的变化,并推断了滞后期价格、国内和区域生产、商品储存及贸易在解释这些变化的重要性。Rezitis 等(2010)利用 GARCH 类模型模拟了希腊牛肉生产者对价格及价格波动的预期,并进一步探讨了希腊牛肉市场的供给反应。

在中国,学者们利用 GARCH 类模型对农产品价格波动的相关研究主要集中在近一二十年内,罗万纯等(2010)采用 ARCH 类模型对中国粮食价格的波动进行了分析,研究表明在籼稻、粳稻、小麦、玉米、大豆 6 种粮食品种中,不同的品种呈现差异的波动特征;林光华等(2011)运用 ARCH 类模型分析了国际大米价格波动的规律及其影响因素,结果表明国际大米价格波动存在一阶 ARCH 效应和“杠杆效应”;随后,王秀东等(2013)、曹先磊等(2017)、陈子豪等(2017)通过建立 GARCH 类模型分别对中国大豆期货、生猪饲料市场及油桃价格波

动进行了深入的探讨,并针对波动特征提出了促进市场稳定发展的建议与政策。

在中国原料奶价格波动的研究中,主要有两方面的视角:

一是对中国原料奶价格波动进行描述性分析,如李胜利等(2010)在分析中国原料奶及乳制品市场主要特点的基础上,深入探讨了影响原料奶及乳制品市场价格波动的各类因素,并对中国奶业市场做出了权威的解读与预测。张喜才等(2010)对中国历史原料奶价格波动做出了阶段性划分,认为原料奶价格的过分波动对农户利益造成了极大的损害,并对原料奶价格形成机制的国内外模式进行了探讨;

二是通过将时间序列数据具有一定变化趋势的序列分离出来,从而对中国原料奶价格波动特征进行刻画,如运用 CensusX12 季节调整法与 H-P 滤波法将原料奶价格波动分解为季节性波动、周期性波动、趋势性波动及不规则性波动(余洁等,2014;陈晓墩等 2015;于海龙等 2018)。刘亚钊等(2017)采用 B-N 分解法将中国 2006—2015 年原料奶价格分解为确定性趋势、周期成分与随机趋势,探究了中国原料奶价格的波动特征及规律。现有研究利用 GARCH 类模型对中国原料奶价格波动特征进行探讨文献不多。康海琪等(2016)运用 GARCH 类模型验证了中国原料奶价格波动的特征,但作者仅针对原料奶价格本身进行建模,并未考虑影响原料奶价格收益率的其他因素,无法剥离出自身波动特征。

因此,笔者通过加入控制变量设定更为精确的条件均值方程,从而对中国原料奶价格波动进行更深层次的分析。

三、研究方法、变量设置与数据来源

(一) 研究方法

1. 理论分析及适用性。Muth(1961)最早提出了理性预期模型,指出市场价格受到了理性预期的影响,但模型假设外部需求与供给扰动具有恒定的

波动性,因此认为现货价格的方差为常数。Beck(1993)在 Muth 理论模型的基础上扩展出了当价格水平及价格方差均为内生变量,并且每个时期的外部波动是随机的理论预期模型,该模型为可储存

商品的方差存在序列相关性提出了理论基础。依照此理论,对于可储存商品,由于库存的作用,上一期价格的波动会传递给下一期,造成了方差的变动,即存在着 ARCH 效应(林光华等,2011)。因此,库存结转成为解释商品时间序列数据的扰动项存在着异方差的重要原因。

对中国原料奶市场而言,由于原料奶的易腐性决定了其存储困难且成本高昂,似乎难以实现存储。但原料奶可通过杀菌、浓缩、干燥等工艺流程制成奶粉的形式进行储存,一方面,奶粉经过勾兑能够还原成复原乳,中国液态奶以 UHT 奶为主的消费结构使得奶粉可作为原料奶的替代品或可视为具有储存功能的原料奶;另一方面,中国原料奶的收购权与定价权掌握在乳制品企业中,奶粉库存数量左右着乳制品企业对原料奶的收购决策,对原料奶价格具有直接的影响。同时,奶农依据市场预期调整养殖量也是影响原料奶供给重要因素。因此,在预测范围内,本文初步假设原料奶是“可储存的”,适用于 Beck 的理性预期模型,价格波动可能存在着 ARCH 效应。

2. GARCH 类模型及表达式。经济社会中时间序列模型的扰动项方差并不往往都是稳定的,为了刻画并描述这种存在的异方差现象,最早由 Engle(1982)提出了自回归条件异方差模型(Autoregressive Conditional Heteroskedasticity model, ARCH 模型),随后,在此基础上衍生出了反映不同波动特征的系列模型:

(1) ARCH 与 GARCH 模型。(G) ARCH 模型用来研究变量的波动集簇性。ARCH 模型由条件均值方程与条件方差方程组成,具体表达式如下:

$$Y_t = X_t \varphi + u_t \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p u_{t-p}^2 \quad (2)$$

其中,(1)条件均值方程中, Y_t 为因变量, X_t 为自变量, u_t 表示模型的扰动项;(2)条件方差方程中, σ_t^2 为扰动项 u_t 的方差,其依赖于滞后 p 期的平方扰动项,故称为 ARCH(p)过程。

若扰动项方差函数具有长期自相关性,则会导致参数估计过多,影响模型拟合精度。Bollerslev(1986)提出的广义自回归条件异方差模型(General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity model, GARCH 模型)将 σ_t^2 的自回归部分纳入条件方差方

程则有效地解决了此问题。GARCH 模型的条件均值方程同(1)式不变,条件方差方程(2)式则改进为如下表达式:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p u_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (3)$$

其中,(3)式称为 GARCH(q, p)模型, q 表示 GARCH 项(σ_{t-i}^2)的阶数, p 表示 ARCH 项(u_{t-j}^2)的阶数。由此可见,ARCH(p)模型可视为一个 GARCH($0, p$)模型。GARCH 项与 ARCH 项系数之和反映了波动冲击的持久性,当系数之和小于 1,满足平稳性条件,表明波动冲击会逐渐消失。其中,当系数之和非常接近于 1 时,说明条件方差所受的冲击是持久的。

(2) GARCH-M 模型。GARCH-M 模型用来研究变量的高风险高收益性。Engle 等(1987)提出了 ARCH 均值(ARCH in Mean, ARCH-M)模型,模型中的条件方差方程不变,而将风险波动纳入条件均值方程,(1)式改进为:

$$Y_t = X_t \varphi + \theta \sigma_t^2 + u_t \quad (4)$$

其中,条件方差 σ_t^2 能用条件标准差 σ_t 与条件方差对数形式 $\ln(\sigma_t^2)$ 进行替换,选择标准可用各类准则进行判断。(3)式与(4)式结合即为 GARCH-M 模型,待估参数 θ 反映了风险波动对因变量的影响程度。

(3) TGARCH 模型。TGARCH 模型用来研究波动的非对称效应。Glosten 等(1993)与 Zakoian(1994)提出了门限 GARCH(Threshold GARCH, TGARCH)模型, TGARCH 模型将 GARCH 模型中的条件方差方程(3)式改进为:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j u_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{k=1}^r \lambda_k u_{t-k}^2 d_{t-k} \quad (5)$$

其中, d_{t-k} 为虚拟变量:当 $u_{t-k} < 0$ 时, $d_{t-k} = 1$;否则, $d_{t-k} = 0$ 。若 λ 显著不为 0,则证明存在非对称效应,否则不存在非对称效应。

(二) 变量设置

在现实数据尤其是金融领域的研究中,一项资产价格的波动可视为价格面临的风险,往往从价格收益率中探寻波动的特征。对数价格变动法作为衡量价格收益率的一种方法,能够保证价格变动的连续性,具有良好的统计学特征。因此,

本文选择原料奶价格收益率(RP)作为研究对象,具体公式表示如下:

$$RP_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (6)$$

其中, P_t 代表原料奶 t 期的收购价格, P_{t-1} 则指 $t-1$ 期的收购价格。原料奶的价格收益率可能受几个相关变量的影响,为此,本文在模型实证回归时需要加入这些控制变量,通过抽离出控制变量,以更好地反映出原料奶价格的波动特征。具体而言,影响原料奶价格收益率与波动的可能控制变量*有:

(1) 玉米价格收益率(CP)。玉米作为奶牛养殖环节重要的原料投入品之一,其价格的高低对原料奶价格具有直接的传导作用。据《全国农产品成本收益资料汇编2018》中数据测算,2017年中国奶牛养殖过程中每头饲料成本约占物质与服务费用的77.93%,其中精饲料成本占据了约54.36%,而精饲料中主要以玉米和豆粕为主,奶农普遍对玉米和豆粕价格波动较为敏感(董晓霞等,2013)。可见,预期玉米价格收益率会对到原料奶的价格收益率及波动有显著的影响。

(2) 豆粕价格收益率(SP)。从上述分析可知,豆粕作为制备精饲料的基本原料,虽然其在精饲料中占比相对玉米偏小,但豆粕却是奶牛养殖最重要的蛋白质来源,其价格水平已经成为原料奶定价的基础之一,豆粕价格收益率对原料奶价格收益率及市场波动可能造成一定的影响。由此,将豆粕价格收益率作为解释变量纳入模型十分必要。

(3) 进口奶粉价格收益率(IP)。进口奶粉对中国原料奶价格的影响已得到众多学者与业界的证实(李胜利等,2010;刘玉满,2011;胡冰川等,2016)。事实上,进口奶粉作为加工原料粉,对中国

原料奶生产具有很强的替代性,进口奶粉的快速增长已经对中国原料奶产业造成了一定的破坏与冲击。因此,进口奶粉价格收益率可能会对原料奶价格收益率及波动产生较大的影响。

(4) 牛肉价格收益率(BP)。奶牛可视为牛肉重要的来源之一,如牛肉价格的疯涨与原料奶价格的持续低迷,将很大程度上迫使奶农面临“杀牛卖肉”境地,一些仍具有产奶能力的非正常淘汰奶牛将提前出栏,特别是一些奶牛养殖户可能选择以奶牛当作肉牛卖掉的形式退出市场,牛肉价格和原料奶价格波动存在一定关联性,淘汰奶牛肉用是两者波动存在关联性的重要原因(石自忠等,2018)。

(三) 数据来源

本文中的所有原始价格变量为2007年1月—2019年3月的月度数据。原料奶价格是指包括河北、山西等十个主产省的平均收购价格,数据来源于历年《中国奶业年鉴》《中国奶业统计摘要》及农业农村部畜牧兽医局。玉米、豆粕价格来源于中国畜牧业信息网与农业农村部畜牧兽医局。牛肉价格采用去骨牛肉集市价格,来源于历年《中国畜牧兽医年鉴》(原《中国畜牧业年鉴》)、中国畜牧业信息网与农业农村部畜牧兽医局。进口奶粉按照HS分类包括了HS040221(未加糖的固态乳及奶油,含脂量>1.5%)、HS040210(固态乳及奶油,含脂量≤1.5%)与HS040229(其他固态乳及奶油,含脂量>1.5%)三大类别,由于进口价格数据缺失,本文采用进口金额除以进口数量的单位值代表进口价格,并选取三大类别的加权平均价格代表奶粉进口价格,进口金额与进口数量数据来自海关总署,同时根据月度平均汇率换算为人民币,月度汇率数据来源于国际货币基金组织(IMF)。

四、模型构建与诊断性检验

(一) 模型建立前检验

1. 变量平稳性检验。条件均值方程如果为自回归模型,必然不能保证自变量是严格外生变量,因此需要满足变量是平稳的前提条件。本文采用

ADF检验方法对各个价格收益率变量进行单位根检验。检验结果表明(见表1):价格收益率变量均在1%显著性水平上拒绝原假设,都满足平稳性前提。

* 笔者试图把三聚氰胺事件作为虚拟变量及原料奶下游产业牛奶的价格收益率加入模型中进行回归,但条件均值模型均不显著并使得整体模型估计结果不理想,故将其舍弃

表 1 变量单位根检验

变量	检验形式(C, T, P)	统计值	P 值
RP	(0, 0, 0)	-4.1754	0.0000
CP	(0, 0, 1)	-6.5863	0.0000
SP	(0, 0, 1)	-7.0197	0.0000
IP	(0, 0, 1)	-5.6218	0.0000
BP	(0, 0, 12)	-4.5178	0.0000

注: 检验形式(C, T, P)中, C 表示常数项, T 表示时间趋势, P 表示滞后阶数

2. 自回归分布滞后模型建立。为了消除序列的线性依赖, 首先对因变量原料奶价格收益率 RP 做自相关与偏自相关检验, 选取滞后期为 36 期得到的 Q 统计量及其相应 p 值均在 1% 的显著性水平下拒绝原假设, 且偏自相关系数在滞后 1 阶及 4 阶存在明显的截尾现象*, 结果表明, 中国原料奶价格收益率存在明显的自相关性。然后, 考虑玉米、豆粕、进口奶粉及牛肉价格收益率对原料奶价格收益率的影响, 将其引入回归模型

中, 但由于价格传导可能存在滞后性, 经过若干试验, 本文建立以下自回归分布滞后模型:

$$RP_t = \varphi_1 RP_{t-1} + \varphi_2 RP_{t-4} + \varphi_3 CP_{t-4} + \varphi_4 SP_{t-2} + \varphi_5 IP_{t-4} + \varphi_6 BP_{t-4} + \mu_t \quad (7)$$

图 1 显示的是该模型回归的残差, 可以观察到波动具有“成群”现象, 因此, 初步判断(7)模型可能具有异方差性, 下面对方程异方差性做进一步的确认与探讨。

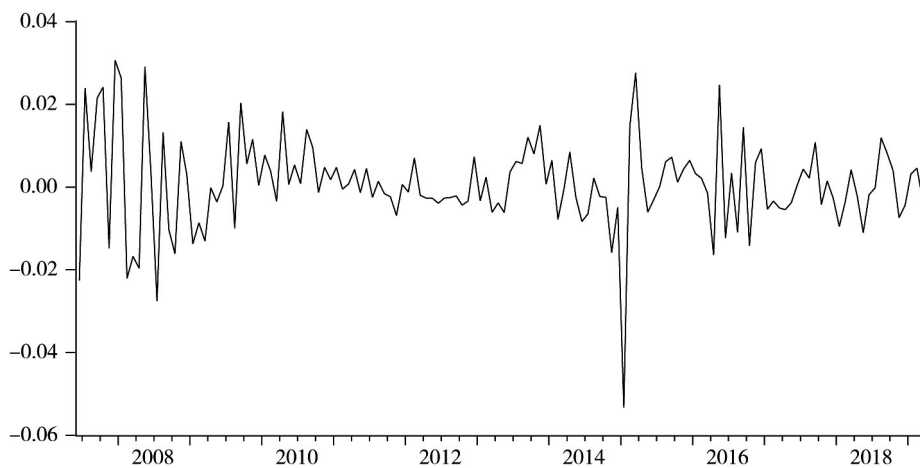


图 1 原料奶价格收益率回归残差

3. ARCH 效应检验。对(7)式模型进行普通最小二乘法回归, 并估计出残差项, 得到残差平方的自相关(AC)、偏自相关(PAC)系数与 Q 值, 结果(表 2)表明, 在滞后阶数 1 到 10 的检验结果中自相关与偏自相关系数不为 0, 且 Q 统计值在 1% 水平上显著, 因此认为模型(7)的残差序列存在

ARCH 效应。

为进一步验证 ARCH 效应, 对(7)式进行 ARCH-LM 检验, 结果(表 3)显示, 滞后 1~8 期的统计值都十分显著, 可见 ARCH 项高阶显著并且回归模型具有明显的异方差性。

* 限于篇幅, 本文没将自相关与偏自相关图列出, 如感兴趣可向作者索取

表2 模型残差平方检验结果

滞后阶数	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.1606	0.1606	3.7390	0.0532
2	0.3450	0.3276	21.1214	0.0000
3	0.1245	0.0399	23.4024	0.0000
4	0.1086	-0.0244	25.1498	0.0000
5	0.1003	0.0438	26.6503	0.0001
6	0.0806	0.0398	27.6274	0.0001
7	0.1045	0.0531	29.2829	0.0001
8	0.0374	-0.0236	29.4964	0.0003
9	0.0218	-0.0431	29.5698	0.0005
10	0.0311	0.0174	29.7196	0.0010

注: 滞后阶数自动选择为 36

表3 ARCH-LM 检验结果

滞后阶数	F 统计值	Prob	Obs* R ² 统计值	Prob
1	3.7308	0.0555	3.6856	0.0549
2	10.3945	0.0001	18.4453	0.0001
3	7.2639	0.0001	19.3188	0.0002
4	5.1421	0.0007	18.4831	0.0010
5	4.2484	0.0013	19.1151	0.0018
6	3.5306	0.0029	19.1831	0.0039
7	2.6415	0.0139	17.1571	0.0164
8	2.1517	0.0357	16.2195	0.0393

(二) GARCH 模型建立

1. GARCH 类模型设定。在确定原料奶价格收益率存在 ARCH 效应后,需要建立 GARCH 模型对波动特征进行深入分析。首先,GARCH 模型的条件均值方程同(7)式,现在主要对条件方差方程进行构建,上述分析可知,原料奶价格收益率具有高阶 ARCH 项,为减少样本容量的损失,本文采用 GARCH(1,1)模型,并同时考虑玉米、豆粕、进口奶粉及牛肉的价格收益率的影响,构建出如下的条件方差方程:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + a_1 CP_{t-4} + a_2 SP_{t-2} +$$

$$a_3 IP_{t-4} + a_4 BP_{t-4} \quad (8)$$

同理,GARCH-M(1,1)模型的条件均值方程在(7)式的基础上增加了 $\theta \sigma_t$ 项,条件方差方程同(8)式。TGARCH(1,1)模型的条件均值方程如(7)式,而条件方差方程在(8)式基础上增加了 $\lambda_1 u_{t-1}^2 d_{t-1}$ 项。

2. 模型估计后检验。建立 GARCH 模型后,还需进一步确定该模型是否消除了残差项的异方差性。以 GARCH(1,1)为例,对模型估计后的残差进行 ARCH-LM 检验,结果(见表4)表明,各统计量 p 值均不显著,说明 GARCH 模型估计的方程不

再存在 ARCH 效应, 利用 GARCH 模型拟合数据较为合适。

表 4 ARCH-LM 检验结果

滞后阶数	F 统计值	Prob	Obs* R ² 统计值	Prob
1	1.57E-05	0.9968	1.59E-05	0.9968
2	1.0353	0.3579	2.0844	0.3527
3	0.7328	0.5342	2.2273	0.5266
4	0.6064	0.6587	2.4719	0.6497
5	0.6807	0.6389	3.4691	0.6281
6	0.5986	0.7310	3.6842	0.7193
7	0.5073	0.8277	3.6722	0.8167
8	0.4483	0.8897	3.7370	0.8800

五、模型估计结果

(一) GARCH 类模型估计

本文使用 Eviews8.0 软件对模型进行估计, 估计出的条件均值与条件方差方程结果汇报如下 (见表 5)。

(二) 估计结果分析

1. GARCH 模型估计结果分析。表 5 第二列给出了 GARCH(1,1) 模型估计结果, 具体来看, 条件均值方程回归结果显示各个变量均在 1% 水平上显著, 这表明各变量对中国原料奶价格收益率有显著的影响, 可认为条件均值方程选取合适并模型拟合较好。原料奶滞后一期价格收益率对本期价格收益率有显著的正向影响, 滞后四期自身变量会对本期价格收益率产生负作用, 滞后一期的序列相对于滞后四期对本期原料奶价格收益率能产生更大的影响。

就饲料成本对因变量的影响而言, 滞后四期玉米和滞后二期豆粕价格收益率对原料奶价格收益率的影响在 1% 的水平上显著且系数分别为 0.10 与 0.05, 这一现象容易理解, 作为原料奶上游重要的成本投入品, 其价格收益率的增长会引起原料奶价格收益率的相同方向变动, 且玉米对原料奶的影响力大于豆粕对原料奶的影响力。滞后四期的进口奶粉与牛肉价格收益率的系数也显著为正, 表明作为与原料奶相关性较高的产品, 其价格收益率增

加, 市场经济向好, 会按照一定的速度传递到原料奶市场, 使得原料奶价格收益率提高。

条件方差方程结果显示, ARCH 项与 GARCH 项分别在 5% 与 1% 的水平上显著, 表明在控制相关变量后中国原料奶价格收益率仍具有明显的波动集簇性, 且系数之和等于 0.8417, 过去价格冲击对未来价格波动的影响会逐渐消失。

滞后四期玉米价格收益率变量在 1% 水平上显著为正, 表明玉米价格收益率的上升会加剧原料奶价格的波动, 而豆粕由于进口豆粕、棉籽粕等的替代作用, 导致中国国内的豆粕价格收益率对原料奶价格波动呈现负向影响, 虽然滞后二期豆粕价格收益率一定程度上能平抑原料奶价格波动, 但其影响力要小于玉米, 加之玉米在奶牛养殖过程中在成本中的占比要大于豆粕, 使得玉米对原料奶市场的影响更为突出。由此可见, 中国原料奶价格波动具有成本(玉米)推进型特征。进口奶粉回归系数不显著, 说明滞后四期进口奶粉价格收益率在统计意义上对原料奶价格波动无显著影响, 可能原因在虽然进口奶粉价格的增加, 会通过信息传导与市场预期致使进口奶粉主要的需求方乳制品加工企业减少对进口奶粉的使用, 从而更多使用原料奶, 能够促进国内原料奶价格的提升, 但波动体现的价格变动的变动, 而滞后四期的进口奶粉尚未或刚刚进入消

费市场,市场调节功能使得其尚未能对原料奶价格波动产生显著影响。滞后四期牛肉价格收益率的提高能有效减少原料奶价格收益率的波动,当牛肉价格收益率增加时,意味着牛肉价格上涨,一定程度上增加了养殖户淘汰奶牛的积极性,如2013年以来牛肉价格快速升高,并于9月达到了全国牛肉平均价格59.64元/公斤,同比上涨28.9%,在此背

景下,奶牛提前淘汰、催肥出栏的现象增加,导致2013年6~8月国内奶牛存栏量减少10%~15%^①。由此可见,牛肉价格收益率增加,奶农会做倾向于做出提前出栏的决策,从而减少了原料奶的供给,一定程度上增加了奶农的市场谈判权,减少了原料奶市场的波动与风险。

表5 GARCH类模型估计结果

变量	GARCH(1,1)		GARCH-M(1,1)		TGARCH(1,1)	
	估计值	z值	估计值	z值	估计值	z值
条件均值方程						
RP _{t-1}	0.8116***	14.1256	0.8032***	14.4197	0.7888***	11.9976
RP _{t-4}	-0.2298***	-6.0693	-0.2464***	-6.1713	-0.2257***	-4.0299
CP _{t-4}	0.1039***	9.2650	0.1238***	4.1972	0.0717	1.2981
SP _{t-2}	0.0468***	2.6490	0.0401**	2.2974	0.0593	1.3494
IP _{t-4}	0.0487***	3.9020	0.0473***	4.2257	0.0565***	2.6447
BP _{t-4}	0.0696***	3.0710	0.0739***	3.0918	0.1170**	2.4268
σ_t	—	—	0.1016	1.0102	—	—
条件方差方程						
α_0	2.36E-05***	3.8026	2.07E-05***	3.1218	6.00E-05***	2.5926
u_{t-1}^2	0.4798**	2.4372	0.5481**	2.2766	0.1700	0.8288
σ_{t-1}^2	0.3619***	2.7566	0.3336**	2.1727	0.4276*	1.7705
CP _{t-4}	0.0007***	4.9259	0.0006***	3.1437	0.0011***	3.3676
SP _{t-2}	-0.0004***	-3.4691	-0.0003*	-1.8061	0.0005	1.0623
IP _{t-4}	-2.90E-05	-0.2723	1.44E-05	0.1719	-0.0002	-0.6399
BP _{t-4}	-0.0004***	-3.0857	-0.0004**	-2.2850	-0.0011	-1.4892
$u_{t-1}^2 d_{t-1}$	—	—	—	—	0.1068	0.3467
AIC 准则	-6.5167		-6.5247		-6.2720	
SC 准则	-6.2461		-6.2333		-5.9806	
HQ 准则	-6.4067		-6.4063		-6.1536	

注: *、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平上拒绝有单位根的原假设

① 牛奶价“涨”声响起 专家建议制定收购指导价, <http://shipin.people.com.cn/n/2013/0924/c215731-23014453.html>

2. GARCH-M 模型估计结果分析。表 5 第三列给出了 GARCH-M(1,1) 模型估计结果,大部分条件均值方程估计系数与 GARCH 模型均值方程系数估计值相似且具有显著性,但 σ_t 估计系数为正但并不显著,反映出中国原料奶市场不具有高风险高收益的特征。与金融市场的高风险高回报属性不同,中国原料奶市场发展尚不成熟,且牛奶养殖周期长及原料奶的易腐性决定了奶农较弱的抗风险性,即便原料奶价格波动较大也无法保障奶农的高收益,中国原料奶价格形成机制有待进一步完善。事实上,世界上大部分奶业发达国家如美国等都针对原料奶价格构建了严格的保护网,原料奶最

低收购价等政策的实施为稳定原料奶市场及奶农预期收入提供了有形的保护。

3. TGARCH 模型估计结果分析。表 5 第四列给出了 TGARCH(1,1) 模型估计结果,从条件方差方程来看, $\mu_{t-1}^2 d_{t-1}$ 系数估计值不显著,这说明中国原料奶市场不存在明显的非对称性,市场中价格下跌信息与价格上涨信息引起的波动没有显著的差异。可见,当控制影响原料奶价格收益率波动的变量后,表明相关市场信息完全公开且能快速传递给原料奶市场,信息被市场相关利益主体完全解读,中国原料奶市场价格波动就不会呈现出非对称性特征。

六、结论与政策启示

本文基于 2007 年 1 月至 2019 年 3 月的月度数据,在探讨影响原料奶价格收益率各因素的基础上,使用 GARCH 类模型对中国原料奶价格波动进行了实证分析。研究发现:

(1) 中国原料奶价格波动具有显著的集簇性,大幅度的波动会在一段时间集中爆发,而另一段时间内波动相对比较平稳。

(2) 滞后四期玉米价格收益率对原料奶价格波动具有显著的正向影响,虽滞后二期豆粕价格收益率对原料奶价格波动具有负向的影响,但其影响效果不如玉米影响大,表明中国原料奶价格波动具有成本推进型特征。滞后四期进口奶粉价格收益率在统计意义上对原料奶价格波动无显著影响,而滞后四期牛肉的价格收益率的提高则能显著地降低中国原料奶价格波动。

(3) 原料奶价格波动不具有高风险高收益特征,说明中国原料奶市场发展尚不成熟,价格形成机制有待进一步完善。

(4) 在控制影响原料奶价格收益率波动相关变量后,中国原料奶价格波动没有显著的非对称性。

本文实证分析结果具有以下几方面的政策启示:

第一,加强原料奶及相关市场的监测。基于原料奶价格波动所展现出的集簇性,加强市场监测十分急迫与必要。及时、全面与高效的市场监测是产业管理的重要方式,通过市场监测,密切关注原料奶及其相关市场供求及价格变化情况,确保产业供应稳定与安全。

第二,强化信息预警机制。在市场监测的基础上,运用科学的方法,完善信息预测与预警机制,通过及时分析影响原料奶价格变化的主要因素,建立有效的专家评估与畅通的信息传递系统,对可能出现的重要形势的变化能迅速做出反应与应对措施。

第三,完善原料奶价格形成机制。在借鉴国外及黑龙江、上海等省市原料奶价格协调机制的基础上,各地区探索适合当地的原料奶价格形成机制,并通过加大政策补贴及推行原料奶目标价格保险等方式降低奶牛养殖中所面临的市场风险,从而稳定原料奶价格及养殖收益。

参考文献

1. Aradhyula S. V., Holt M. T. GARCH Time-Series Models: An Application to Retail Livestock Prices. *Western Journal of Agricultural Economics*, 1988, 13(2): 365~374
2. Beck S. E. A Rational Expectations Model of Time Varying Risk Premia in Commodities Futures Markets: Theory and Evidence. *International Economic Review*, 1993, 34(1): 149~168
3. Bollerslev J. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 1986, 31(3): 307~327

4. Engle R. F., Lilien D. M., Robins R. P. Estimating Time Varying Risk Premia in The Term Structure: The ARCH-M Model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1987, 55(2): 391~407
5. Engle R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1982, 50(4): 987~1007
6. Glosten L. R., Jagannathan R., Runkle D. E. On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *The Journal of Finance*, 1993, 48(5): 1779~1801
7. Lamoureux C. G., Lastrapes W. D. Heteroskedasticity in Stock Return Data: Volume Versus GARCH Effects. *The Journal of Finance*, 1990, 45(1): 221~229
8. Muth J. F. Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 1961, 29(3): 315~335
9. Reztis A. N., Stavropoulos K. S. Modeling Beef Supply Response and Price Volatility Under CAP Reforms: The Case of Greece. *Food Policy*, 2010, 35(2): 163~174
10. Shively G. E. Food Price Variability and Economic Reform: An ARCH Approach for Ghana. *American Journal of Agricultural Economics*, 1996, 78(1): 126~136
11. Zakoian J. M. Threshold Heteroskedastic Models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1994, 18(5): 931~955
12. 曹先磊, 张颖. 我国生猪饲料市场价格波动特征分析——基于产业链视角. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2017(1): 55~63
13. 陈晓墩, 胡雨, 何卓, 梁佳. 我国生鲜乳价格波动规律探究. *价格理论与实践*, 2015(12): 118~120
14. 陈子豪, 胡浩. 易腐农产品的价格波动分析——以油桃为例. *农业技术经济*, 2017(8): 103~109
15. 董晓霞, 李哲敏, 许世卫, 李干琼. 我国玉米、豆粕与奶价的传导机制研究——基于链合模型. *系统科学与数学*, 2013, 33(1): 55~66
16. 胡冰川, 董晓霞. 乳品进口冲击与中国乳业安全的策略选择——兼论国内农业安全网的贸易条件. *农业经济问题*, 2016(1): 84~94
17. 康海琪, 韩啸, 刘芳, 何忠伟. 中国奶价波动分析: 基于 GARCH 类模型. *中国畜牧杂志*, 2016, 52(10): 9~13
18. 罗万纯, 刘锐. 中国粮食价格波动分析: 基于 ARCH 类模型. *中国农村经济*, 2010(4): 30~37
19. 林光华, 陈铁. 国际大米价格波动的实证分析: 基于 ARCH 类模型. *中国农村经济*, 2011(2): 83~92
20. 李胜利, 周鑫宇, 曹志军. 我国原料奶及乳制品市场价格波动分析. *中国畜牧杂志*, 2010, 46(4): 37~42
21. 刘金全, 崔畅. 中国沪深股市收益率和波动性的实证分析. *经济学(季刊)*, 2002, 1(4): 885~898
22. 刘亚钊, 刘芳. 我国生鲜乳价格波动规律研究——基于 B-N 数据分解的分析. *中国畜牧杂志*, 2017, 53(4): 131~135
23. 刘玉满, 李静. 进口奶粉对我国奶业的影响——黑龙江完达山乳业调研报告. *中国畜牧杂志*, 2011, 47(8): 3~6
24. 马彦丽, 孙永珍. 中国奶产业链重构与纵向关联市场价格传递——奶农利益改善了吗. *农业技术经济*, 2017(8): 94~102
25. 石自忠, 王明利. 我国牛肉与牛奶价格非线性传导特征分析. *价格理论与实践*, 2018(8): 106~109
26. 王秀东, 刘斌, 闫琰. 基于 ARCH 模型的我国大豆期货价格波动分析. *农业技术经济*, 2013(12): 73~79
27. 余洁, 韩啸, 刘芳, 何忠伟. 我国生鲜乳价格波动周期分析——基于 X12 季节调整和 H-P 滤波模型. *中国奶牛*, 2014(18): 30~33
28. 于海龙, 吴静, 张瑞娟. 生鲜乳价格波动、倒奶杀牛与奶业调控政策研究. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2018(1): 65~72
29. 张利庠. 利益联结机制: 中国奶业发展的症结与出路. *中国奶牛*, 2009(11): 2~5
30. 张喜才, 张利庠. 原料奶价格形成机制的特征、模式与政策建议. *中国乳业*, 2010(4): 74~77

Empirical Analysis of Raw Milk Price Volatility in China Based on GARCH Model

WANG Qianqian ,WEI Longbao ,WANG Wenting

Abstract: In order to reveal the influencing factors and characteristics of raw milk price volatility in China ,this paper uses monthly data from 2007 to 2019 and GARCH model to conduct in-depth analysis of Chinese raw milk price volatility.The study finds that: the raw milk price volatility in China has a significant clustering; The volatility of raw milk price has the characteristics of cost propelling ,while the price return of beef has a significant negative impact on the raw milk price volatility; The volatility of raw milk price does not have the characteristics of high-risk and high-return; After adding related control variables ,there is no significant asymmetry on the raw milk volatility in China.Therefore ,this paper puts forward policy suggestions to stabilize the volatility of raw milk price and promote the healthy development of the industry from the three aspects: strengthening market monitoring ,strengthening information early warning and improving the pricing mechanism.

Keywords: Raw milk; Price return; Volatility; GARCH model

责任编辑:段 艳