

doi:10.11937/bfyy.20193990

基于 GARCH 族模型的中药材市场 连翘价格波动分析

崔旭盛^{1,2}, 李鑫², 宗建新², 刘灵娣³, 靳鹏博², 董学会¹

(1. 中国农业大学 农学院, 北京 100193; 2. 石家庄以岭药业股份有限公司, 河北 石家庄 050035;

3. 河北省农林科学院 经济作物研究所, 河北 石家庄 050051)

摘要:为明确中药材市场价格波动特点,该研究以 GARCH 族模型为基础,以连翘为代表,重点研究了连翘市场价格波动情况、风险特性和杠杆特征。结果表明:GARCH 族模型可以较好的模拟连翘价格的波动情况,拟合偏差为 1.37%,通过 GARCH 族模型研究表明连翘价格具有显著的波动集簇性,但是没有高风险高收益特征,连翘市场价格具有冲击非对称性和杠杆效应,“利好消息”对价格的冲击大于“利空消息”。该模型可以广泛应用于中药材市场价格波动的研究。

关键词:中药材;连翘;GARCH 族模型;波动分析

中图分类号:F 326.12 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2021)04-0144-07

中药材连翘为木犀科连翘属植物连翘(*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl)的干燥果实,具有清热解毒、消肿散结、疏散风热的作用^[1],主产于河北、河南、山西和陕西等地,在太行山、伏牛山、秦岭等山区分布密集^[2-3]。连翘含有连翘苷、连翘脂苷、苯乙醇苷等多种成分,具有抗炎、抑菌、提高免疫力、抗肿瘤的作用^[4-6],广泛应用于大健康领域^[7]。

价格是市场经济中影响政策走向,调控生产决策、调节资源配置的关键。进行价格的分析和预判,无论对国家宏观政策的制定还是对人们的

微观生产和生活都十分必要。中药材是连接中药农业、中药工业、中药商业以及大健康产业的重要纽带,随着研发逐步深入、国际化进程不断加快、市场竞争力持续提升^[8-9],迎来了发展的历史机遇期。但是中药材产业发展存在市场信息不对称、跟风炒作严重、市场价格剧烈波动等突出问题,不仅造成市场扭曲,影响经营决策,而且还会打破供需平衡,制约产业可持续发展。

面对如此严峻的市场格局,进行中药材市场波动的客观分析和价格的预测显得至关重要。中药材价格影响因素相互交织,影响程度复杂多变,人们单靠经验已无法准确进行市场预判,前人尝试通过“爬虫”程序进行中药材历史价格信息的获取^[10],并通过将“蛛网模型”“向量自回归模型”“R 语言+Hadoop 环境”等经济学模型、数学模型以及计算机语言作为分析手段进行中药材价格的预判^[11-13]。然而,由于模型特点的限制,上述方法仍然无法对中药材未来波动趋势、风险程度等做出准确预判。

该研究采用在市场波动分析领域广泛应用的 GARCH 族模型^[14-15],并以该模型为分析手段对

第一作者简介:崔旭盛(1986-),男,博士,高级农艺师,现主要从事中药资源与信息等研究工作。E-mail:cuixushengangel@163.com.

责任作者:董学会(1965-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事中药材栽培与生理等研究工作。E-mail:xuehuidong@cau.edu.cn.

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2017YFC1701700);国家中药标准化资助项目(ZYBZH-C-HEB-12);河北省重点研发计划资助项目(19226433D)。

收稿日期:2019-10-23

连翘市场价格波动特征、风险特征以及杠杆效应进行分析,并在此基础上进行价格预测,以期为中药材的市场波动特征分析和价格预测、预警提供参考依据。

1 GARCH 模型的构建方法

1.1 GARCH 模型原理

该研究使用的 GARCH 族模型主要有 GARCH 模型、GARCH-M 模型和 TARCH 模型。GARCH 模型由 BOLLERSLEV^[16] 提出,该模型对误差的方差进行了进一步的建模,适用于波动性的分析和预测。GARCH-M 模型由 EN-GLE 等^[17] 提出,该模型将波动项引入对应的方

程中,反映是否存在高风险高收益特征。TARCH 模型由 GLOSTEN 等^[18] 提出,该模型主要分析原有序列是否存在杠杆效应。

1.2 GARCH 中药材价格预测模型构建

GARCH 模型通常表达为 $GARCH(p, q)$, 相应方程为:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 \quad (1)$$

式(1)中: σ_t^2 为 t 时刻的预测方差, α_0 为条件方差方程中的常数项, σ_{t-p}^2 为 t 时刻之前 p 期的预测方差(即 GARCH 项), β_p 为其对应的系数, u_{t-q}^2 表示均值方程残差平方的 q 阶滞后量(即 ARCH 项), α_q 为其所对应的系数。

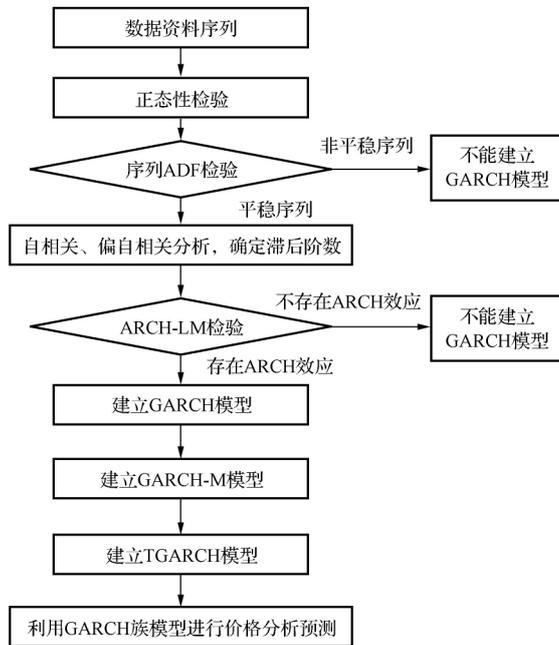


图 1 GARCH 族模型构建流程

Fig. 1 Flow chart of calculation process for GARCH family model

1.3 模型数据分析方法

采用 Eviews 8.0 软件进行 GARCH 族模型建模和数据分析,采用 WPS Excel 2019 软件进行绘图。数据拟合及预测效果采用以下公式计算:

$$\text{相对误差}(\%) = \frac{(y' - y)}{y} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{平均相对偏差}(\%) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{y'_i - y_i}{y_i} \right| \times 100 \right) \quad (3)$$

式(2)和式(3)中: y 代表连翘实际价格, y' 代表连翘预测价格。

2 连翘价格 GARCH 建模结果及分析

2.1 数据来源与预处理

该研究原始数据来自于中药材天地网,选取 2013 年 1 月至 2019 年 8 月安国、亳州、荷花池、玉林四大药材市场每日连翘(青翘水煮统一河南)

价格(元·kg⁻¹)数据作为采集基准数据,然后将四大药材市场每日采集数据取算数平均值作为研究数据集进行 GARCH 族模型研究。

2.2 波动特征描述

绘制连翘价格数据波动情况原始序列折线图(2013年1月至2019年8月),发现连翘价格存在一定的波动性。绘制连翘价格对数2阶差分序列直方图,由表1可知,偏度 $S=0.506535$,峰度 $K=18.66026$,并与标准正态分布($S=0, K=3$)相比,存在尖峰厚尾的特征。J-B 统计量为 2.431.916,相应的 P 值为 $0 < 0.05$,序列不服从

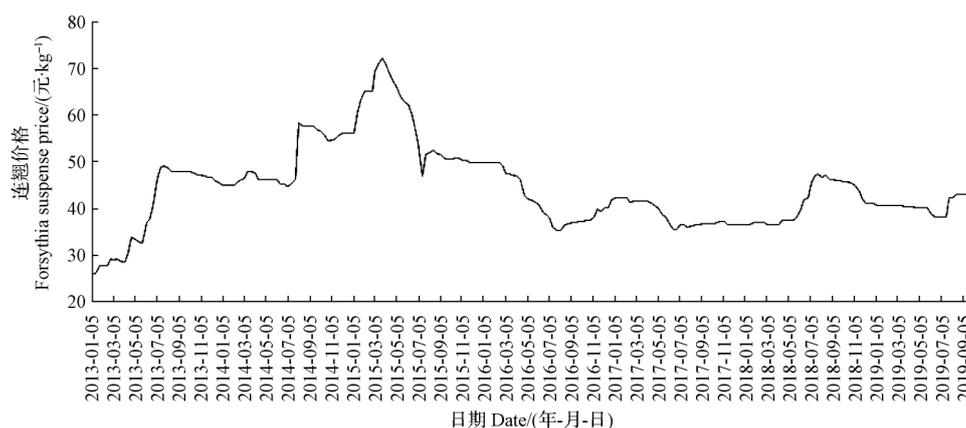


图2 连翘价格波动情况原始序列

Fig. 2 Price fluctuations of *Forsythia suspense*

表1 连翘价格对数2阶差分序列直方图波动率参数

Table 1 *Forsythia suspense* volatility parameter of price logarithm 2nd order difference sequence

平均值 Average	标准差 Standard deviation	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis	J-B值 J-B value	P值 P value
0.0000193	0.038085	0.506535	18.66026	2.431.916	0.000000

表2 连翘价格对数2阶差分序列 ADF 检验

Table 2 *Forsythia suspense* ADF test parameter of price logarithm 2nd order difference sequence

ADF 统计值 ADF statistics		T 统计量 T statistics	P 值 P value
		-14.592790	0.000000
临界值 Critical value	1%水平	-3.458225	
	5%水平	-2.873701	
	10%水平	-2.573327	

2.4 ARCH 效应检验

分析连翘价格对数2阶差分序列的自相关和偏自相关图,建立 AR(1)模型,对连翘价格对数

正态分布,符合建立 GARCH 模型的要求。

2.3 ADF 检验

为更好地进行波动性研究,先将原始序列转换为稳定性序列。经过对连翘价格原始序列进行取对数和差分处理,建立连翘价格对数2阶差分序列,并进行单位根 ADF 检验。检验结果表明(表2),ADF 统计值为 -14.592790,小于 1%、5%、10%显著性水平条件下的临界值, P 值为 $0 < 0.05$,说明连翘价格对数2阶差分序列不存在单位根,为平稳序列,可以构建 ARCH 模型。

2阶差分序列和 AR(1)模型进行 ARCH-LM 检验,由表3可知,当滞后期数为2时, F 统计量和 Obs* R-squared 统计量的 P 值均为 $0 < 0.05$,残差序列存在 ARCH 效应,可以建立 GARCH 族模型。

表3 连翘价格对数2阶差分序列 LM 测试

Table 3 *Forsythia suspense* LM test parameter of price logarithm 2nd order difference sequence

统计量 Statistics	统计量值 Statistic value	P 值 P value
F 统计量 F statistic	16.97197	0.00000
Obs* R-squared	29.99877	0.00000

2.5 建立 GARCH 族模型

根据 AIC 和 SC 相对较小的原则选择并建立 GARCH(2,1)模型,由表 4 可知,GARCH(2,1)模型参数中 $\alpha=0.751727, \beta_1=-0.094488, \beta_2=0.316118, P$ 值均为 $0 < 0.05$,说明连翘价格对数 2 阶差分序列具有显著的波动集簇性,同时 $\alpha + \beta_1 + \beta_2 = 0.973357 < 1$,并且与 1 非常接近,说明该模型稳定性好,因此可以建立 GARCH(2,1)模型,并应用于连翘价格波动研究。GARCH(2,1)方程为:

$$\sigma_t^2 = 0.000280 - 0.094488\sigma_{t-1}^2 + 0.316118\sigma_{t-p}^2 + 0.751727u_{t-1}^2 \quad (4)$$

2.6 风险收益分析

建立连翘价格对数 2 阶差分方程 GARCH-M 模型,由表 5~6 可知,@SQRT(GARCH)系数为 -0.032594 ,相伴概率为 $0.313200 > 0.05$,没有通过检验,该 GARCH-M 模型不能描述连翘价格

高风险高收益特征,也说明连翘价格没有高风险高收益特征。

2.7 杠杆效应分析

建立 T-GARCH 模型,由表 7~8 可知,杠杆系数为 $-0.470013, P$ 值为 $0.000300 < 0.05$,存在显著性,故连翘市场冲击具有非对称性,具有杠杆效应,当出现“利好消息”时,会对连翘价格带来一个 0.971317 倍的冲击,而出现“利空消息”时,则带来一个 0.501304 倍的冲击。

2.8 连翘价格分析与预测

利用建立的 GARCH(2,1)模型进行连翘价格拟合,由表 9 可知,对 2018 年经 GARCH(2,1)模型拟合的连翘价格与真实值相比,100%拟合数据的相对误差均控制在 $\pm 5\%$ 以内,并且总平均相对偏差为 1.37%,由图 3 可知,通过 GARCH(2,1)模型拟合的连翘 2013—2018 年价格与实际价格相比,误差较小,拟合效果好。

表 4 连翘价格对数 2 阶差分方程 GARCH(2,1)模型参数

Table 4 Forsythia suspense parameter of price logarithm 2nd order difference sequence based on GARCH(2,1) model

变量 Variable	系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	Z 统计量 Z Statistics	P 值 P value
C	0.000280	0.000038	7.431469	0.000000
RESID(-1) ²	0.751727	0.075014	10.021100	0.000000
GARCH(-1)	-0.094488	0.014091	-6.705693	0.000000
GARCH(-2)	0.316118	0.041840	7.555349	0.000000

表 5 连翘价格对数 2 阶差分方程 GARCH-M 模型参数

Table 5 Forsythia suspense parameter of price logarithm 2nd order difference sequence based on GARCH-M model

变量 Variable	系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	Z 统计量 Z Statistics	P 值 P value
@SQRT(GARCH)	-0.032594	0.032317	-1.008565	0.313200
AR(1)	-0.531240	0.108773	-4.883937	0.000000

表 6 连翘价格对数 2 阶差分方程

Table 6 Forsythia suspensa price logarithm 2nd order difference equation

差分方程 Difference equation				
变量 Variable	系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	Z 统计量 Z Statistics	P 值 P value
C	0.000268	0.000037	7.324977	0.000000
RESID(-1) ²	0.606861	0.104882	5.786157	0.000000
GARCH(-1)	0.596954	0.058971	10.122760	0.000000
GARCH(-2)	-0.166276	0.020227	-8.220541	0.000000

表 7 连翘价格对数 2 阶差分方程 T-GARCH 模型参数

Table 7 Forsythia suspense parameter of price logarithm 2nd order difference sequence based on T-GARCH model

变量 Variable	系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	Z 统计量 Z Statistics	P 值 P value
AR(1)	-0.519226	0.092544	-5.610583	0.000000

表8 连翘价格对数2阶差分方程

Table 8 *Forsythia suspensa* price logarithm 2nd order difference equation

差分方程 Difference equation				
C	0.000 191	0.000 026	7.259 627	0.000 000
RESID(-1) ²	0.971 317	0.120 904	8.033 787	0.000 000
RESID(-1) ² × (RESID(-1) < 0)	-0.470 013	0.128 437	-3.659 474	0.000 300
GARCH(-1)	0.520 490	0.055 062	9.452 746	0.000 000
GARCH(-2)	-0.125 543	0.014 859	-8.449 002	0.000 000

表9 基于 GARCH(2,1)模型的2018年连翘价格静态拟合误差

Table 9 Comparison of real and fitted price of *Forsythia suspense* in 2018 based on GARCH(2,1) model

日期 Date/(月-日)	实际价格 Actual price/元	拟合价格 Fitted price/元	相对误差 Relative error/%	日期 Date/(月-日)	实际价格 Actual price/元	拟合价格 Fitted price/元	相对误差 Relative error/%
01-05	36.50	36.50	0.00	07-05	45.50	44.06	-3.17
01-15	36.50	36.50	0.00	07-15	47.00	47.20	0.43
01-25	37.00	36.50	-1.35	07-25	47.50	49.53	4.27
02-05	37.00	37.22	0.60	08-05	46.75	48.60	3.95
02-15	37.00	37.28	0.76	08-15	47.25	46.70	-1.17
02-25	37.00	37.00	0.00	08-25	46.25	47.05	1.73
03-05	36.50	37.00	1.37	09-05	46.25	46.09	-0.35
03-15	36.50	36.28	-0.60	09-15	46.00	45.70	-0.65
03-25	36.50	36.22	-0.76	09-25	46.00	45.89	-0.24
04-05	36.50	36.50	0.00	10-05	45.75	45.86	0.24
04-15	37.50	36.50	-2.67	10-15	45.75	45.64	-0.24
04-25	37.50	37.95	1.20	10-25	45.63	45.61	-0.04
05-05	37.50	38.07	1.52	11-05	45.00	45.58	1.28
05-15	37.50	37.50	0.00	11-15	43.75	44.66	2.08
05-25	38.00	37.50	-1.32	11-25	42.13	42.88	1.77
06-05	39.75	38.22	-3.84	12-05	41.13	40.79	-0.83
06-15	42.00	40.85	-2.74	12-15	41.13	39.85	-3.12
06-25	42.50	44.13	3.83	12-25	41.13	40.58	-1.33
总平均相对偏差 Total average relative deviation/%							1.37

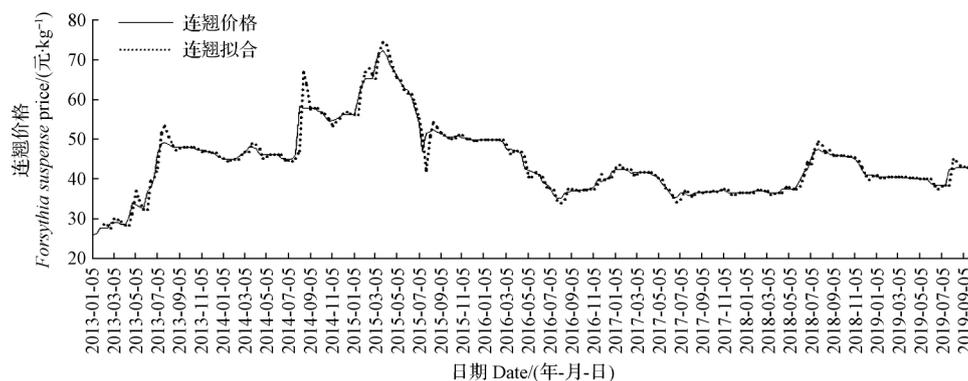


图3 基于 GARCH(2,1)模型的2013—2018年连翘实际价格与拟合价格对比

Fig 3 Comparison of real and fitted price of *Forsythia suspense* from 2013 to 2018 based on GARCH(2,1) model

3 讨论与结论

以连翘为代表的中药材是关系国计民生的重要战略资源^[19],不仅是大健康领域的物质基础^[20],而且成为因地制宜进行产业扶贫的重要抓手^[21]。中药材市场运行状况是影响广大从业者

积极性和资源配置程度的重要因素,同时也影响着下游中成药、中药饮片、大健康产品生产商的生产成本和利润空间以及消费者的成本,因此中药材市场价格对于行业发展起到风向标的作用,受到产业链上下游的广泛关注^[22]。

中药材种类繁多,市场价格变化频繁,且价格

变化具有周期性、非线性等诸多特点,通过科学手段进行中药材市场波动特征和风险分析对于有效降低风险,促进中药材市场健康发展非常重要。该研究采用 GARCH 族模型,以连翘为典型代表进行了实证分析。结果表明:1)GARCH 族模型可以较好的模拟连翘价格的波动情况,拟合偏差为 1.37%;2)连翘价格具有显著的波动集簇性;3)连翘价格没有高风险高收益特征;4)连翘市场价格具有冲击非对称性和杠杆效应,“利好消息”对价格的冲击大于“利空消息”。在 GARCH 族模型的指导下,连翘产业的发展应注意好坏信息的把控和周期性风险的防范。此外,利用 GARCH 族模型,通过分析每种药材波动特征、风险特征及杠杆效应,可以在中药材经营决策和价格预测领域广泛应用。

中药材产业的可持续发展,离不开信息的透明化和市场的规范化。在信息大爆发的时代,中药材产业的提升需要大数据、人工智能等现代科技手段为生产经营决策提供更多、更及时有效的信息,以便更好的调整产业布局、调整种植规划、保障中药材产业平稳健康发展。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2015 版一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [2] 郭丁丁,张璐,朱秀峰. 中药连翘种质资源调查报告[J]. 时珍国医国药,2012,23(10):2601-2603.
- [3] 杨洋,卫海燕,王丹,等. 连翘潜在地理分布预测模型比较[J]. 生态学杂志,2016,35(9):2562-2568.
- [4] GUO Y P, LIN L G, WANG Y T. Chemistry and pharmacology of the herb pair *Flos Lonicerae japonicae*-*Forsythiae fructus*[J]. Chinese Medicine,2015,10(1):16.
- [5] 王小敏,陈乔,郭丽丽,等. 连翘果、连翘叶乙醇提取物的抑菌活性及成分分析[J]. 食品工业科技,2019,40(6):89-94.
- [6] 于晓东,王立辛. 连翘苷拮抗环磷酰胺所致小鼠免疫抑制的实验研究[J]. 中国免疫学杂志,2017,33(8):1177-1180.
- [7] 孙倩倩,姜子涛,李荣. 天然防腐剂连翘精油的研究进展[J]. 中国食品添加剂,2012(1):222-226.
- [8] 程蒙,杨光,池秀莲,等. 基于钻石理论的中药产业国际贸易竞争力研究[J]. 中国中药杂志,2019,44(1):199-203.
- [9] 张伯礼,张俊华,陈士林,等. 中药大健康产业发展机遇与战略思考[J]. 中国工程科学,2017,19(2):16-20.
- [10] 苏健光,赵颖,麦文武,等. 中药材行情数据的并行爬取方案[J]. 信息技术信息化,2018(4):27-30.
- [11] 汪莹,申俊龙,赵坤元. 基于蛛网模型的中药材价格波动原因分析及对策研究[J]. 现代中药研究与实践,2014,28(2):79-82.
- [12] 杨勇,陶群山. 基于向量自回归模型的中药材价格影响因素分析及预测[J]. 中国现代中药,2019,21(1):111-115.
- [13] 朱昶胜,王莎莎,王永贤. 基于 R+Hadoop 的中药材大数据的分析及预测[J]. 兰州理工大学学报,2017,43(1):98-103.
- [14] PAN Z Y, WANG Y D, LIU L, et al. Improving volatility prediction and option valuation using VIX information: A volatility spillover GARCH model[J]. Journal of Futures Markets, 2019,39(6):744-776.
- [15] AGYA A A. Modeling exchange rate return volatility of RMB/USD using GARCH family models[J]. Journal of Chinese Economic and Business Studies,2019,17(2):169-187.
- [16] BOLLERSLEV T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity[J]. Journal of Econometrics,1986,31(3):307-327.
- [17] ENGLE R F, LILEN D M, ROBINS R P. Estimating time varying-risk premia in the tem structure the ARCH-M model[J]. Econometrica,1987,55:391-407.
- [18] GLOSTEN L R, JAGANATHAN R, RUNKLE D E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks[J]. Journal of Finance,1993,48:1779-1801.
- [19] 孙晓波,刘海涛. 中药材大品种全产业链创新研究的模式构建[J]. 中国现代中药,2018,20(1):1-5.
- [20] 单峰,黄璐琦,郭娟,等. 药食同源的历史和发展概况[J]. 生命科学,2015,27(8):1061-1069.
- [21] 黄璐琦,苏钢强,张小波,等. 中药材产业扶贫重点优先区域划分和推荐种植中药材名录整理[J]. 中国中药杂志,2017,42(22):4319-4328.
- [22] 陈庆,尹悦,杨峰. 2018 年中药材市场走势分析及 2019 年行业展望[J]. 中国现代中药,2019,21(4):532-535,541.

Analysis of *Forsythia suspensa* Price Fluctuation in Traditional Chinese Medicine Market Based on GARCH Family Models

CUI Xusheng^{1,2}, LI Xin², ZONG Jianxin², LIU Lingdi³, JIN Pengbo², DONG Xuehui¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Shijiazhuang Yiling Pharmaceutical Co. Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050035; 3. Economic Crop Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry, Shijiazhuang, Hebei 050051)

doi:10.11937/bfyy.20200922

基于改进级差最大化组合赋权的区域 农业经济竞争力评价

任永泰¹, 于浩然², 刘 慧¹, 王会英³

(1. 东北农业大学 理学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学 工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;

3. 东北农业大学 电信学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 农业是国民经济的支柱产业。农业经济竞争力是农业经济发展表现出的综合能力。该研究根据 2017 年数据, 构建黑龙江省农业经济竞争力评价指标体系, 采用 3 种客观赋权方法改进级差最大化组合赋权模型, 综合评价黑龙江省 13 个地市的农业经济竞争力强弱程度并进行排序, 最大可能的拉开被评价对象的差异, 并通过组合权重保证了多种评价结果排序的合理性。基于综合评价结果给出提升黑龙江省农业经济竞争力的对策及建议。

关键词: 农业经济竞争力; 级差最大化; 组合赋权; 灰色权重

中图分类号: F 327 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2021)04-0150-08

国内外研究学者对农业竞争力的相关研究源自于国际竞争力且逐步从产业竞争力延伸而出。美国迈克尔·波特教授出版的《国家竞争优势》一书中定义“国家竞争优势取决于产业竞争力, 产业竞争力是该国产业创新和升级的能力, 即该国获

得生产力高水平及持续提升生产力的能力”^[1]。随后对于国际竞争力的研究重点逐渐转为对于产业竞争力的研究, 农业竞争力的框架体系与评价方法也趋于多元化。GUANG 等^[2]将灰色理论引入传统的模糊综合评价方法中, 构建区域农业竞争力的模糊服从矩阵并以实例验证了该方法的有效性。ANNA 等^[3]运用 TOPSIS 法综合评价 2009—2011 年欧盟 27 个国家的农业竞争力水平, 依据各个国家的农业竞争力强弱程度划分为 4 类。VLADA 等^[4]运用计量经济学面板数据模型对欧亚经济联盟国家农业竞争力进行综合

第一作者简介: 任永泰(1973-), 男, 硕士, 教授, 硕士生导师, 现主要从事农业系统工程理论方法及应用等研究工作。E-mail: ytren@neau.edu.cn.

基金项目: 黑龙江省哲学社会科学规划资助项目(18TJB098)。

收稿日期: 2020-03-12

Abstract: In order to clarify the characteristics of market price fluctuations in Chinese herbal medicines, this study focused on the price fluctuation, risk and leverage characteristics of *Forsythia suspensa* based on GARCH family model. The results showed that GARCH family model could better simulate the fluctuation of *Forsythia suspensa* price, and the fitting error rate was only 1.37%. The GARCH family model showed that *Forsythia suspensa* price had significant fluctuation clustering, but there was no characteristic of high risks and high returns. The market price of *Forsythia suspensa* had impact asymmetry and leverage effect, and the impact of ‘good news’ on the price was greater than that of ‘bad news’. The model can be widely applied to the study of price fluctuation in Chinese herbal medicines.

Keywords: Chinese herbal medicines; *Forsythia suspensa*; GARCH family model; fluctuation analysis