

王 翠,解心江,黄 芳. 区域性时令农产品价格实时预警系统的研究与设计——以济南市农产品生姜为例[J]. 江苏农业科学,2020,48(12):312-317.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.12.061

# 区域性时令农产品价格实时预警系统的研究与设计 ——以济南市农产品生姜为例

王 翠<sup>1,2</sup>, 解心江<sup>1</sup>, 黄 芳<sup>1</sup>

(1. 山东农业工程学院信息科学与工程学院, 山东济南 250100; 2. 中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081)

**摘要:**针对区域性时令农产品价格波动过大的问题,探讨构建区域性时令农产品价格实时预警系统的方案,设计开发基于全球广域网(world wide web,简称 web)的区域性时令农产品价格实时预警系统,以山东省济南市的生姜为例,通过动态收集生产数据并结合已有数据,预测生姜的价格并进行预警。该系统包含 4 个模块,分别具有如下功能:数据采集模块收集农户的基本信息和生产数据(如预种植面积、预期收益等);数据处理模块对数据进行规范性和有效性检验;价格预警模块用 BP 神经网络模型进行价格的预测并进行预警,作为农户最终决策的依据;系统维护模块主要进行后期数据的修改和导入。系统旨在为农户提供高可靠性的生产前期预测,为组织生产提供决策依据,引导农户合理安排生产活动,有效缓和“扎堆种植”引起的价格波动,避免“价低伤农”现象的发生,进而保障区域内农业经济健康稳定发展。

**关键词:**区域时令农产品;价格实时预警系统;BP 神经网络;数据采集;数据处理;系统维护;生姜

**中图分类号:** F323.7    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1002-1302(2020)12-0312-06

农产品价格的异常波动不仅会影响农民收入,还会影响区域性农业的生产发展,甚至影响国民经济其他部门价格水平以及整个物价水平。掌握农产品价格变化趋势以及引起价格变动的主要因素,有利于引导生产者合理种植和经营,从而有效提高生产者收益,实现农产品区域供求平衡<sup>[1]</sup>。随着“互联网+”在各行各业的广泛应用,利用互联网及系统开发工具,设计开发区域性时令农产品价格实

时预警系统,是“互联网+农业”的一个具体应用实例,在此系统的基础上,通过数据的采集分析和模型的构建,对农产品未来的价格作出实时预测,并为农户提供必要的预警信息,从而引导其合理安排生产活动,有效缓和“扎堆种植”引起的价格波动,避免“价低伤农”现象的发生,进而保证区域内农业健康稳定发展。山东省是重要的生姜种植基地,生姜种植一般在每年四五月,10 月收获。近年来,生姜价格波动较大,继 2013 年“姜你军”现象出现后,每隔 2~3 年生姜价格就会大幅波动 1 次,对居民消费以及姜农的收益产生了很大影响。本研究以山东省济南市生姜产品为例,通过采集相关数据,构建生姜的价格预测模型,通过线上动态收集种植面积等反映姜农种植意愿的生产数据,结合已有统计

收稿日期:2019-07-12

基金项目:国家星火计划(编号:2014GA740060);山东省社会科学普及应用研究项目(编号:2019-SKZZ-52)。

作者简介:王 翠(1982—),女,山东聊城人,博士研究生,讲师,主要从事信息技术与数字农业研究。E-mail:wangcui411@163.com。  
通信作者:黄 芳,副教授,主要从事信息技术、农业技术应用研究。E-mail:huang1921@163.com。

济,2016(3):29-35。

[15]安凤颖,赵中阳,翟留栓. 我国淡水养殖保险发展现状及存在问题[J]. 中国水产,2013(11):21-23.

[16]赵伟莉. 我省降低五大种植业保险费率[N]. 新华日报,2013-05-24(A5).

[17]陈学洲,李 苗,张溢卓. 中国水产养殖保险的现状分析及政策建议——以广东、浙江、宁波、上海等地为例[J]. 中国水产,2016(5):38-40.

[18]徐 超. 安徽水产养殖保险工作稳步推进[N]. 中国渔业报,2016-02-22(B1).

[19]Zhong X, Qiao Y, Lin W, et al. On the pilot agriculture insurance program in Zhejiang province[J]. Hydrometallurgy, 2010(1):146-151.

[20]水产养殖网. 水产养殖遇到灾害和病害怎么办? 这些政策的出台,是水产养殖户的福音,具有里程碑意义[EB/OL]. [2020-03-02]. [http://www.shuichan.cc/news\\_view-351601.html](http://www.shuichan.cc/news_view-351601.html).

[21]李水根. 推进福建省水产养殖政策性互助保险的探讨[J]. 福建水产,2014,36(5):398-406.

[22]国务院办公厅. 农业保险条例[M]. 北京:中国法制出版社,2012.

数据,预测下一年的生姜价格,当预测得出的价格低于姜农的预期收益时则发出预警。系统旨在对姜农的生产活动起到一定的参照指导作用。此外,系统还对生姜的一些种植数据和价格变化趋势进行统计分析和可视化展示,帮助用户更加直观地了解生姜种植和价格波动的基本信息。后期,通过对该系统的使用并不断进行优化,可将其应用于其他时令农产品中去。

## 1 系统构建思路

本研究从价格联动机制的基本原理出发,探究农产品价格波动机制,对农户行为理论进行分析,并通过实地调研生姜的生产、运输和销售情况,确定影响价格波动的主要因素;在技术上构建 BP 神

经网络模型进行价格预测,选择合适的系统开发相关技术,搭建区域性时令农产品价格实时预警系统平台,并在平台上进行数据的采集、模型的建立、价格的预测预警和数据的可视化展示(图 1)。

## 2 基础理论研究

### 2.1 价格联动机制

价格联动机制是指下游产品价格因受上游产品价格变动的影响而涨跌趋向一致的价格调整制度。这种机制的最大特点是下游产品价格直接与上游产品价格挂钩,即上游产品价格上涨时,下游产品随之上涨;上游产品价格下跌时,下游产品价格随之下跌<sup>[2]</sup>。

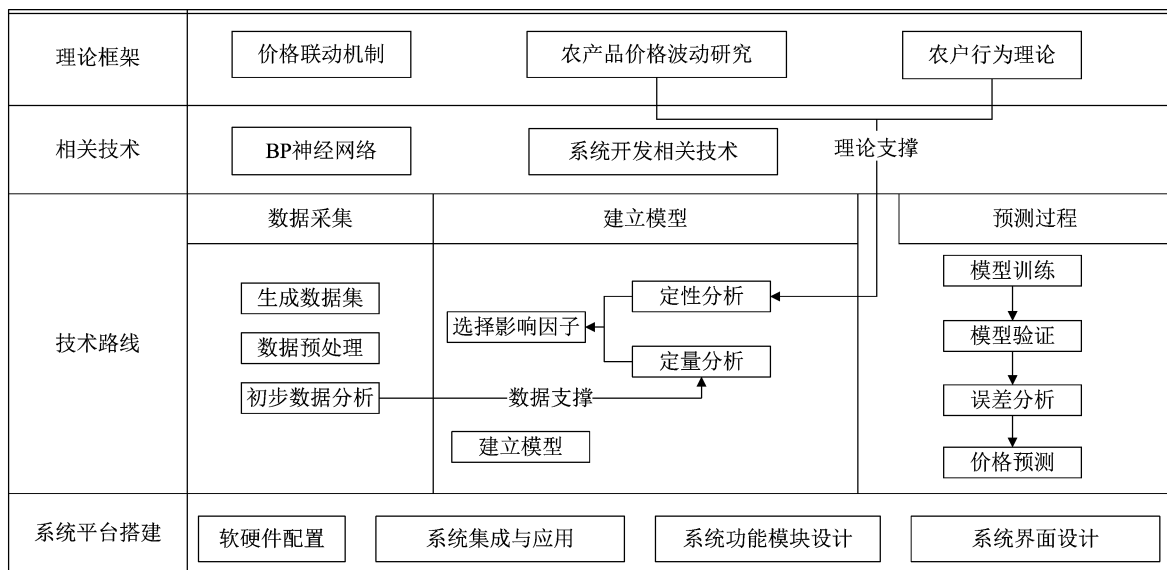


图1 区域性时令农产品价格实时预警系统构建路线

从全产业链角度看,农产品“从田间地头到餐桌”主要包括生产环节、流通环节和销售环节。广义的农产品价格包括生产价格、批发价格、零售价格3种,其中生产价格即上游产品价格,批发价格和零售价格为下游产品价格。稳定价格主要是指稳定农产品的零售价格,从而保证消费者的利益;提高价格主要是指提高农产品的生产价格,从而增加农民收益。必须从全产业链的角度厘清价格传递机制以及相互之间的影响。

近年来,学术界有关生产价格与零售价格之间关系的研究有很多,并针对2类价格究竟谁带动谁进行了探讨。Cushing等实证分析美国的价格传导机制,发现从零售价格到生产价格的传导机制不如从生产价格到零售价格的传导机制重要<sup>[3]</sup>。Clark

运用回归分析和向量自回归(VAR)模型对美国的数据进行实证分析,发现从生产价格到零售价格的传导机制较微弱<sup>[4]</sup>。许世卫等选取食品零售价格指数(SPLS)和农产品生产价格总指数(SCJG)作为产销价格信号,通过脉冲响应函数和方差分解分析,发现产地的农产品市场价格对销地市场的传递效应存在滞后性,并随着时间的推移越来越明显,而销地市场零售价格指数对产地市场生产价格指数的影响逐渐增加但效果不明显<sup>[5]</sup>。可见,生产价格的上涨会带动零售价格大幅上涨,而零售价格的上涨对生产及批发价格的影响不大。

### 2.2 农产品价格波动研究

国内学者针对农产品价格波动的成因也作了较多的研究。价格波动最基本的形成原因就是市

场供求机制,当年农产品价格上涨就会促进农民下年扩大生产,于是陷入“价格上涨—扩大生产—供大于求、价格下跌—减小生产—供不应求、价格再次上涨”的周期循环,即“蛛网理论”<sup>[6]</sup>。

李桂芹在分析蔬菜全产业链价格形成过程中发现,影响蔬菜零售价格波动的主要因素是生产成本和蔬菜的产量<sup>[7]</sup>。此外,农产品零售价格还受市场需求、货币流动性、食品安全等众多因素影响而具有较强的自主波动性。农产品的生产价格受交通运输成本、生产资料价格、自然气候等因素影响,会发生一定的波动。

### 2.3 农户行为理论

我国农户具有小规模、分散经营的特点,农户生产决策的趋同性和不确定性会引起农产品供给量的波动,从而对农产品价格的波动产生影响。如农户盲目扩大、缩小规模或逆向调节生产等行为都会引起价格的波动。

农户在作生产决策时首先考虑的是利润最大化,农产品的成本、效益以及当年的农产品市场价格会影响用户的决策,但农户对价格信息的反应有一定的滞后性<sup>[8]</sup>。另外,农户在作出生产决策时还会受到种植习惯的影响,以及倾向于邻里之间的一致性。因此,能让农户实时了解周边人群的种植意愿,科学预测将来的价格情况,从而指导农户作出正确的决策是一个亟待解决的问题。

## 3 模型构建过程

系统中主要是价格预测模型,采用 BP 神经网络(back propagation neural network,简称 BPNN,别称误差反向传播神经网络),其在快速模拟复杂非线性问题时具有一定的优势,可以用来描述影响因素与价格之间的映射关系。模型构建首先要确定影响生姜价格的主要因素,然后采集相关数据,将进行预处理后的数据样本作为 BP 神经网络模型的输入,将生姜的价格作为模型的输出,通过模型的训练和参数的调整,进而得到最终的生姜价格预测模型。

### 3.1 影响价格的因素分析

价格的波动是由多方面因素造成的。从宏观角度分析,国家的货币政策、居民的消费价格指数等会影响价格的波动;从微观角度分析,供求关系、生产及流通成本等都会影响农产品的价格;从全产业链角度分析,生产环节的产量、生产成本等,流通环节的运输成本、损耗、储藏和人工费用等,消费环

节中居民的收入水平、人口数量、消费价格指数等都会影响农产品最终的零售价格。此外,游资的炒作、上一年的产品价格以及外部调运也会对区域时令农产品的价格产生一定的影响。

综合分析,对生姜价格波动的主要影响因素有产量、市场供给数量、外运价格水平、居民收入水平和能源价格水平等。由此确定 9 个影响生姜价格的因素,即种植面积、产量、种植总投入、外运量、常住人口、城镇人均收入、上一年的生姜价格、柴油价格和消费价格指数。

### 3.2 数据采集及处理

本研究数据采集时间为 2010—2016 年,其中种植面积、产量、常住人口、城镇人均收入、消费价格指数、柴油价格等数据来自历年济南市统计局网站的《国民经济和社会发展统计公报》;种植总投入、外运数量在济南市官方没有相关数据,故这 2 项数据通过社会调查报告的方式获取;零售价格数据来自“中国蔬菜网”中济南市 3 个重要蔬菜批发市场的历年数据。

不同变量的量纲之间的差异会对建模结果产生不利的影响,因此,为确保各变量之间具有可比性,须要对样本数据进行规格化处理。本研究将所有变量按照下列公式进行规格化到 $[0,1]$ 范围内,以满足神经网络的建模要求。

$$y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

式中: $x$ 、 $y$  分别表示变量规格化前和规格化后的值; $x_{\max}$ 表示变量最大值; $x_{\min}$ 表示变量最小值。

### 3.3 模型设计

构建 3 层结构的 BP 神经网络模型,结果见图 2。其中,输入值为 9 个影响因子,输入层的神经元为 9 个,输入的变量  $X_1 \sim X_9$  为生姜价格影响因素经过规格化处理后的值;输出值  $Y$  为生姜的预测价格,输出层的神经元为 1 个;隐含层的神经元数量参考经验公式来确定,其经验公式为  $L = \sqrt{x + y} + a$ ,其中  $x$  为输入层节点数, $y$  为输出层节点个数, $a$  介于 4~13 之间,具体数值须要经过反复试验来确定。隐含层的传递函数选择双曲线正切 S 型传递函数(tansig),线性函数(purelin)作为输出层的传递函数,输入层与隐含层的权值  $w_{ij}$ 、隐含层与输出层的权值  $z_{kp}$  随机初始化,训练函数为学习动量梯度下降算法(traingdx)。网络训练的迭代次数可设置为 500 次,学习率为 0.1,学习目标为 0.001。

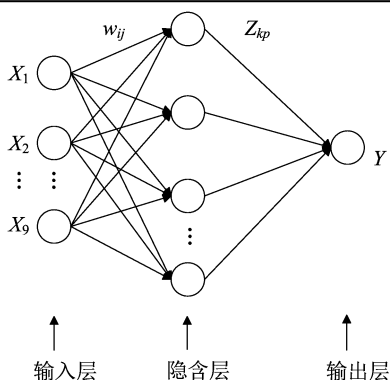


图2 BP 神经网络模型

BP 神经网络算法的学习过程由信号的正向传播与误差反向传播 2 个部分组成。正向传播时样本从输入层传入,经过隐含层处理后再传向输出层。当输出值与目标值相差很大时,则将输出误差以某种形式向隐含层方向传播,并将误差分摊给各层神经元,各层神经元以此误差信号作为修改权值的依据。正向传播与误差反向传播 2 个过程不断重复,直到误差很少,或到达预先设定的迭代时间或迭代次数<sup>[9]</sup>。经过训练得到的模型可以用来进行下一年价格的预测(图 3)。

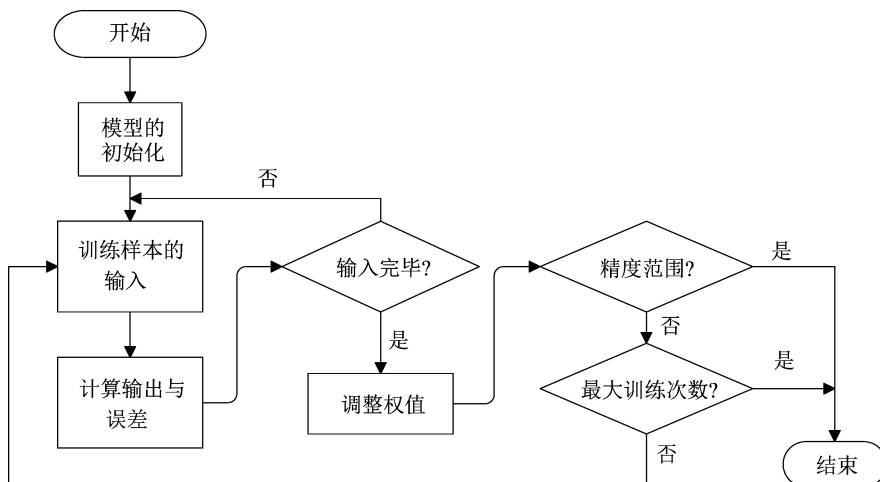


图3 BP 神经网络的学习流程

## 4 系统设计与实现

### 4.1 系统功能分析

随着互联网在城乡日益普及,农户的信息化水平已普遍提高,通过建立价格预测预警平台,引导农户积极参与,在线实时汇总生产数据,根据这些数据预测价格并计算收益,使农户可以根据实际情况及时调整生产决策来保证收益。本研究以济南市生姜产品为例,通过采集相关数据构建生姜的价格预测模型,通过线上动态收集种植面积等反映姜农种植意愿的生产数据,并结合已有数据对下一年的生姜价格进行预测,当预测得出的价格低于农户的预期收益时发出预警。本系统主要包括数据采集、数据处理、价格预警、系统维护 4 个功能模块<sup>[10]</sup>(图 4)。

**4.1.1 数据采集模块** 系统数据主要有基础数据和环境数据,基础数据主要由用户手动输入完成,用户首先须要注册并设置用户名和密码,注册成功后可随时登录系统,并可修改个人登录密码;基础数据由

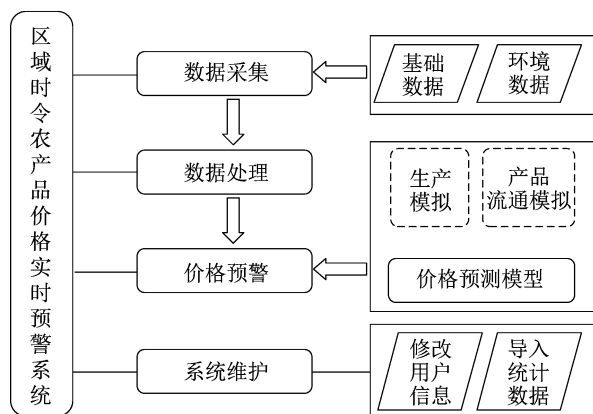


图4 区域性时令农产品价格实时预警系统功能结构

用户登录后通过输入界面输入,如姓名、电话、住址、预种植面积以及预期的收益水平等;区域外部产品对应的环境数据通过上传文件的形式完成采集。

**4.1.2 数据处理模块** 数据处理模块主要对用户提交数据的规范性与有效性进行检验,对上传文件的格式进行检查,转换成标准格式后存储到数据库中,并对缺失数据进行处理。此外,还要对模型的训练样本数据进行规格化处理。

4.1.3 价格预警模块 该模块分为生产模拟和产品流通模拟 2 个部分,从数据库中提取数据,作生产过程和流通过程的模拟处理,然后输出数据供价格预测模型集成调用。价格预测预警模型的主要功能是根据用户的输入数据,计算出预测价格并把预警信息反馈给用户,作为其调整预决策、作出最终决策的依据;用户还可以在此模块查看往年的价格走势、同一作物其他生产者的预决策数据等。

4.1.4 系统维护模块 该模块主要具有修改用户登录密码、修改用户基础数据、调整预种植数据、设

置上传文件的格式与位置、导入年度经济统计数据等功能。

4.2 平台搭建

以一台全球广域网(world wide web,简称 web)服务器为核心,另设数据库服务器,采用 B/S 架构,建立基于 web 的时令农产品(以济南市生姜为例)信息平台,各客户端数据请求均由 web 服务器提交给数据库服务器,再由 web 服务器返回发给请求的客户端。平台采用以下 WEB 软硬件配置(表 1)。

表 1 区域性时令农产品价格实时预警系统平台软硬件配置

平台	硬件				软件		网络
	主频	RAM	硬盘	网卡	操作系统	浏览器	
服务器	≥1 GHz	≥2 GB	≥128 GB	100 Mbit/s	Microsoft Windows 7 以上版本	IE 6.0 以上	100 Mbit/s 以太网
客户端	≥450 MHz	≥512 MB	≥10 GB	100 Mbit/s	Microsoft Windows XP 以上版本	IE 6.0 以上	100 Mbit/s 以太网

系统的 web 应用服务器软件采用 Apache,其优点是跨平台、简单高效、稳定安全;数据库采用 MySQL,其体积小、速度快、总体拥有成本低、开放源码,是中小型 web 应用网站数据库的优先选择;PHP 作为服务器前端脚本解释器,其使用广泛,开发速度较快,非常适合开发中小型的 web 应用。基于微软视窗操作系统(Windows)的 Apache + PHP + MySQL 组合(简称 AMP)是网站开发的黄金组合,所有的软件开源免费,可以减少投入<sup>[11]</sup>。本系统使用的版本是 Apache 2.2、PHP 5.6 和 MySQL 5.7,使用 R 语言编程实现价格的动态预测模型。其中,R 语言和其他编程语言和数据库之间都有很好的接口,PHP 也支持 R 语言程序。通过 PHP 的 system 函数调用 R 脚本,实现对 R 脚本的运行,然后通过 PHP 的文件操作获取 R 脚本执行结果。本系统使用的 R 语言版本是 R-3.3。在 PHP 中运行 R 程序

yuce.r 的方法为“system(“D:/R-3.3/bin/R.exe CMD BATCH --vanilla D:/yuce.r”);”。

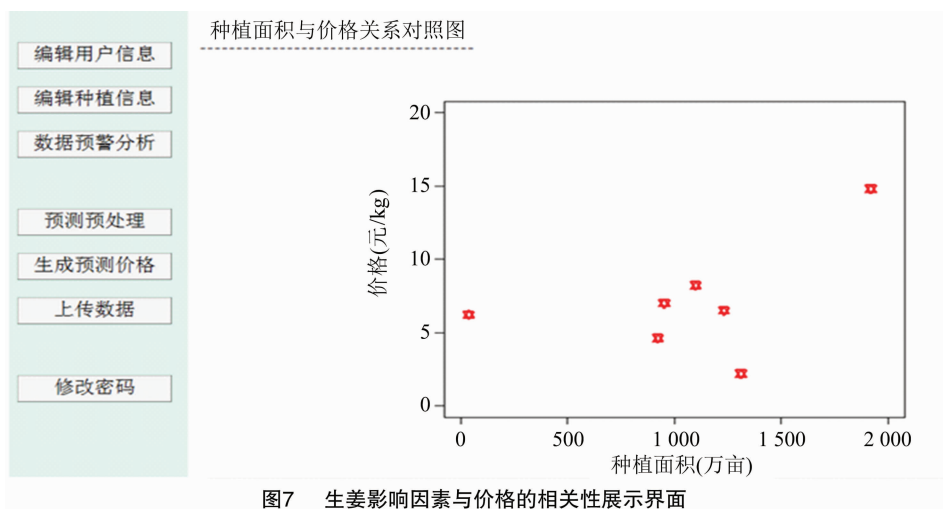
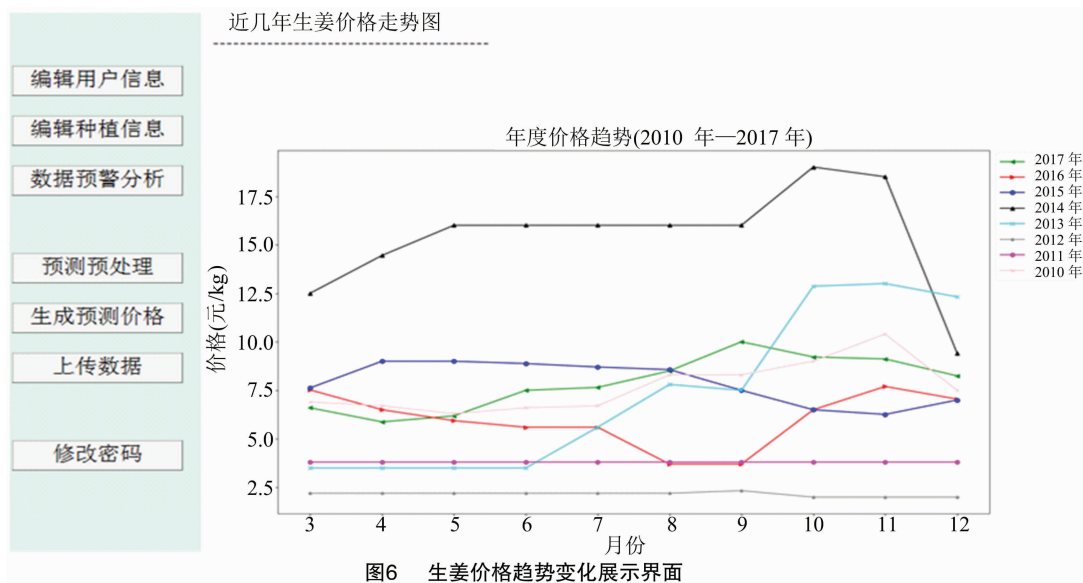
网站的安全性问题从硬件和软件 2 个方面来保障:(1)硬件方面。为主服务器设置了一台备份服务器,将 WEB 服务器设为网关使用双网卡,对内部机器 IP 进行合理规划。(2)软件方面。数据库的操作及用户身份验证的脚本在服务器端编译执行,在传递时进行多次加密、校验。同时,安装病毒防护软件,并时刻注意升级<sup>[12]</sup>(图 5 至图 7)。

5 结语

本研究设计开发了区域时令农产品价格实时预警系统,该系统的主要任务是价格预测和数据可视化展示,目的是决策预警。该系统以数量经济学理论为基础,从价格联动机制、价格波动原因和农户行为理论角度,以探索供给机制入手,结合互联



图5 区域性时令农产品价格实时预警系统主界面



网、数据挖掘、数据拟合、动态仿真预测等技术手段,使农户在生产前期能够利用系统动态获取较全面的生产信息,从而指导其生产决策,避免由于经济市场化原因或系统性风险导致“伤农”事件的发生。与国内同类预测相比,该系统的预测结果具有超前可应用性、预测方式的动态有效性、预警方式创新性、预警系统应用的可移植性等特点。本研究成果也可移植到其他地区或其他农产品。

#### 参考文献:

- [1] 付俊文. 小农产品价格非常规上涨与构建我国农产品价格稳定长效机制研究[J]. 中央财经大学学报, 2011(2): 68-72.
- [2] 王虎. 关于建立价格联动机制问题的几点思考[J]. 四川物价, 2011(9): 4-5.
- [3] Cushing M J, McGarvey M G. Feedback between wholesale and consumer price inflation: a re-examination of the evidence [J].

- Southern Economic Journal, 1990, 56(4): 1059-1072.
- [4] Clark T E. Do producer prices lead consumer prices? [J]. Economic Review, 1995, 80(3): 25-39.
- [5] 许世卫, 李哲敏, 董晓霞, 等. 中国农产品在产销间价格传导机制研究[J]. 资源科学, 2010, 32(11): 2092-2099.
- [6] 高鸿业. 西方经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2011.
- [7] 李桂芹. 蔬菜全产业链价格形成及稳定措施研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2015.
- [8] 宋雨河. 农户生产决策与农产品价格波动研究——以果类蔬菜为例[D]. 北京: 中国农业大学, 2015.
- [9] 宋巧娜, 唐德善. 基于灰色理论和 BP 神经网络的农业用水量预测[J]. 农机化研究, 2007(9): 53-55.
- [10] 邝孔武, 王晓敏. 信息系统分析与设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [11] 田文君, 申长军, 郑文刚, 等. 农产品价格信息采集与预警系统设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(5): 1816-1821.
- [12] 于小兵, 姚天祥, 骆翔, 等. 集成神经网络和灰色系统的我国农业受灾面积预测[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(9): 64-70.