

# 粮食产量的影响因素分析及灰色预测

——基于安徽省主产区的数据

刘鹏凌<sup>1</sup>, 吴文俊<sup>1</sup>, 万莹莹<sup>1</sup>, 万光辉<sup>2</sup>

(1. 安徽农业大学 经济管理学院, 安徽 合肥 230036; 2. 南京林业大学 理学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:**抓住影响粮食产量的主要因素并科学预测粮食产量,对于提高粮食产量和保障粮食安全至关重要。选取安徽省三大农产品主产区2000—2017年的粮食产量等数据,对影响粮食产量的因素进行主成分分析,并采用GM(1,1)灰色模型预测安徽省主产区未来八年的粮食产量。结果表明:1. 安徽省主产区粮食产量在过去18年总体增长,但农业的弱质性影响依然严重;2. 影响粮食产量的因素按程度由大到小排列依次为:技术要素、资源投入要素、市场要素;3. 通过预测粮食产量未来八年呈增长趋势,但边际产量递减。因此,建议加强农业基础设施建设降低农业弱质性,合理配置要素资源,强化政策扶持和引导,促进适度规模形成。

**关键词:**粮食产量;影响因素;主成分;GM(1,1)灰色模型

**中图分类号:**F327 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-7192(2019)04-0058-06

## 一、引言

农业是安天下、稳民心的战略产业。粮食主产区是战略物资的储备区,粮食产量是关乎国计民生的重大问题。习近平总书记曾多次强调“要解决13亿多张嘴的吃饭问题,要让农业成为有奔头的产业”。中央农村工作会议(2004)提出集中力量支持粮食主产区发展粮食产业,并且减免“皇粮国税”,直接补贴种粮农户。中央出台第14个涉农一号文件(2017),同样指出要质量兴农,实现传统农业向现代化农业转变。2017年,安徽省粮食总产量695.2亿斤,占全国粮食总产量5.63%。作为粮食大省,安徽省不仅肩负常住人口的口粮问题,还充当其他粮食短缺省份的“粮袋子”。因此,探讨安徽省粮食主产区粮食产量的影响因素、变化形式和发展趋势,对于提高安徽省粮食产量具有重要意义。

学者们从不同角度、采用不同方法对于粮食产量进行了大量的研究。从影响因素来看,刘玉等<sup>[1]</sup>从耕地面积、复种指数、粮作比例和粮食单产入手,采用LMDI模型研究黄淮海地区县域粮食生产的影

响因素。房丽萍和孟军<sup>[2]</sup>利用主成分回归C-D生产函数模型得出影响粮食增产的首要原因是粮食作物播种面积,其次是化肥施用量。周志刚和郑明亮<sup>[3]</sup>利用对数均值迪氏指数法对影响中国粮食产量波动分解为这几个因素:播面单产、种植结构、复种指数和耕地面积变化,得出播面单产和复种指数对粮食增产有积极影响;种植结构和耕地面积变化对粮食增产有消极影响。魏君英等<sup>[4]</sup>发现在中国粮食主产区人口老龄化也与粮食产量呈负相关关系。针对安徽省粮食产量也有学者进行了研究。刘顺和黄国勤<sup>[5]</sup>通过对1978—2010年统计数据进行整理、利用波动理论和灰色关联度研究了安徽省粮食产量波动的规律,并且研究结果表明化肥是影响粮食增产的重要因素。马卫鹏等<sup>[6]</sup>通过主成分分析法从农业技术和市场两个方面对安徽省粮食产量增产提出建议:强调粮食生产的技术投入和规范粮食监督管理市场。邬舒静<sup>[7]</sup>利用面板数据、5种主要粮食作物、对安徽省2005—2014年16个地级市的粮食产量问题进行研究,得出不同作物对于自然因素、经济因素和科技因素的反应存在差异。基于影响因素的分析,关于如何实现粮食增产的研

收稿日期:2018-12-26

**基金项目:**安徽省哲学社科规划重点研究课题“安徽农产品主产区小农户与现代农业发展有机衔接路径及政策引导”(AHSKZ2018D02);安徽省人文社科重点研究课题“乡村振兴战略视阈下农业生产者行为特征及影响因素——以安徽省为例”(SK2018A0132)

**作者简介:**刘鹏凌(1971-),男,安徽农业大学经济管理学院副教授,博士,硕士生导师,研究方向为农业、产业经济理论和政策;吴文俊(1992-),男,安徽农业大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为产业经济理论和政策。E-mail:1250578255@qq.com

究同样丰富。杨东群等<sup>[8]</sup>调研多个省份的粮食产量和储备,通过分析提出在保障粮食安全的前提下,要以保障粮食有效供给为首要。姚成胜等<sup>[9]</sup>从四个方面:粮食安全效应、农业结构调整效应、农业经济收益效应、农业劳动力当量效应分析我国31个省粮食产量变化,并且提出发挥政府先锋作用、确保农民收入红线、延长粮食生产产业链。

对粮食产量的研究主要有三个视角:第一,从区域来看,就安徽省而言,主要研究范围是地级市和全省,忽视了安徽省三大农产品主产区的重要影响地位;第二,从研究的对象来看,学者们主要就某一因素或几个因素对粮食产量的影响进行研究,缺乏系统地对安徽省粮食主产区粮食产量的影响因素进行研究;第三,从研究数据看,农业政策每年都在更新完善,21世纪之前的农业政策不成熟、粮食生产基本依靠传统生产方式,不能与现代农业政策和粮食产量形成比较。因此,本文以2000—2017年安徽省三大粮食主产区数据为基础,利用主成分分析法研究安徽省粮食主产区粮食产量变化的影响因素,并运用GM(1,1)模型预测未来8年安徽省农产品主产区的粮食产量,并根据结果提出相应的对策建议,为促进安徽省粮食增产提供参考意见。

## 二、数据来源与研究方法

### 1. 研究对象概括

安徽省属于华东地区,与山东、江西、江苏、浙江、湖北、河南接壤(除浙江省以外,其他五大省份都是国家粮食主产省份),境内有淮河和长江流过。安徽省地形多样,从北向南分别是淮北平原主产区(含淮北市、亳州市、宿州市、蚌埠市、阜阳市和淮南市)、江淮丘陵主产区(含滁州市、合肥市和六安市)、沿江平原主产区(含马鞍山市、芜湖市、池州市和安庆市)(下文分别称为第一、第二、第三主产区),三大主产区也因地制宜发展小麦、玉米、水稻等粮食作物。安徽省土地总面积13.85万平方公里,全省耕地面积6708.16万亩,农业人口约为4985万人。三大主产区的土地总面积、耕地面积、农业人口分别占安徽省的73.2%、69.04%、80.62%。第一主产区是最大的旱作物耕作区,地广人密,耕地利用率最高。第二主产区属于丘陵地带,粮食产量不稳定。第三主产区工业发达,农业现代化发展较快,是安徽省著名的粮、油、棉生产区。

### 2. 数据来源和指标说明

本文的研究对象是安徽省三大主产区的粮食产量,研究数据来源于EPS统计数据库的2000—2017年《安徽省统计年鉴》,部分因缺失而补充的数据来源于相应年份相应县市的《中国县市国民经济和社会发展统计公报》。

所选取的9个指标包括三个方面:第一方面考虑投入要素即资源投入和劳动力投入,选取播种面积( $X_1$ )、农业人口( $X_6$ );第二方面考虑技术要素,主要有农业机械总动力( $X_2$ )、有效灌溉面积( $X_3$ )、化肥使用量( $X_4$ )、农村用电量( $X_5$ );第三方面考虑市场要素,主要是第一产业占GDP比重( $X_7$ )、农业生产资料价格总指数( $X_8$ )、粮食零售价格指数( $X_9$ )。

### 3. 研究方法

(1)主成分分析法:主成分分析方法是一种将原来一组许多影响指标重新组合成一组新的几个互相无关的综合指标来代替原来的指标,同时又能充分和尽可能多地反映原来指标信息的分析方法。主成分分析首先需要按特征值大小顺序来对主成分进行排序,再根据累计贡献率达到85%的标准来确定几个主成分,最后提取主成分并根据具体情况分析主成分现实意义。具体过程如下:

首先,设有 $n$ 年数据,每年观测 $p$ 项指标,将原始数据写成矩阵形式:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix}$$

然后检验指标能否进行主成分分析,再将原始数据标准化为 $X^*$ ,去除量纲影响。

其次,建立变量的相关系数矩阵,矩阵表达式即为: $R = (r_{ij})_{p \times p} = X^* ' X^*$ ,并求出该相关系数矩阵的特征根为 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_p > 0$ 及其相应的特征向量 $a_i (i=1, 2, \cdots, p)$ 。

最后,写出主成分:

$$F_j = \sum_{i=1}^p a_{ij} X_i, i = 1, 2, \cdots, p$$

其中, $F_j$ 为第 $j$ 主成分,分析其现实意义。

(2)GM(1,1)灰色预测模型:灰色预测是根据系统行为特征的变化来进行预测,是对既含有确定信息又含有不确定信息的系统进行预测,还是对数据数量比较少、与时间序列有关的数列进行预测。灰色模型GM(1,1)是关于一个变量、一阶微分的预

测模型,适用于预测数据较少情况下的预测对象的变化趋势。其计算过程如下:

设有变量,即粮食产量,其时间序列数据的数学表达式记为: $y^{(0)} = \{y^{(0)}(i), i = 1, 2, \dots, n\}$ ,为非负单调等间隔的原始数据序列,首先,需要对其作一次累加生成新的序列为 $y^{(1)} = \{y^{(1)}(i), i = 1, 2, \dots, n\}$ ,记作 $y^{(1)} = AGOy^{(0)}$ ,其中,有: $y^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k y^{(0)}(i) = y^{(1)}(k-1) + y^{(0)}(k)$ 。

然后,求均值数列或白化背景值序列为:

$$z^{(1)}(k) = \{z^{(1)}(k), k = 1, 2, \dots, n\}$$

$$z^{(1)}(k) = \frac{1}{2}y^{(1)}(k) + \frac{1}{2}y^{(1)}(k-1)$$

记作 $z^{(1)} = MEANY^{(1)}$ 。

再建立灰微分方程:

$$y^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b(k = 1, 2, \dots, n)$$

相应的白化微分方程模型即为:

$$\frac{dy^{(1)}}{dt} + ay^{(1)} = b$$

其中, $a$ 为发展系数,反映发展态势, $b$ 为灰作用量或内生控制灰度,该模型即为 $GM(1,1)$ 。

最后,上述白化微分方程的特解为:

$$y^{(1)}(t+1) = (y^{(0)}(1) - \frac{a}{b})e^{-at} + \frac{a}{b}$$

该式即为预测方程。

### 三、实证分析

#### 1. 粮食产量描述性统计分析

安徽省三大主产区的粮食产量总体呈上升趋势(表1),局部变化可以分为三个阶段。

表1 安徽省三大主产区粮食产量、总产量、总产量年增速及阶段划分

年份	粮食产量(万吨)				年增速(%)	阶段增速(%)	阶段划分
	第一主产区	第二主产区	第三主产区	总产量			
2000	1 234.29	717.13	345.11	2 296.53		-28.60	第一阶段
2001	1 240.26	631.03	342.52	2 213.81	-3.60		
2002	1 302.48	781.72	343.61	2 427.81	9.67		
2003	883.59	449.54	306.57	1 639.70	-32.46		
2004	1 515.46	870.85	411.05	2 797.36	70.60	27.90	第二阶段
2005	1 406.62	820.32	404.77	2 631.71	-5.92		
2006	1 660.47	955.93	434.66	3 051.07	15.93		
2007	1 558.48	950.28	417.73	2 926.48	-4.08		
2008	1 786.42	1 036.29	454.00	3 276.71	11.97		第三阶段
2009	1 865.63	1 064.60	465.77	3 396.00	3.64		
2010	1 915.83	1 083.39	460.39	3 459.62	1.87		
2011	1 951.27	1 237.73	586.09	3 775.09	9.12		
2012	1 856.88	1 167.51	553.29	3 577.69	-5.23		
2013	1 870.32	1 157.63	547.33	3 575.28	-0.07	5.13	
2014	1 952.27	1 206.07	571.32	3 729.65	4.32		
2015	2 178.44	1 096.37	541.98	3 816.79	2.34		
2016	2 126.13	1 051.57	518.87	3 696.57	-3.15		
2017	2 166.54	1 067.05	525.15	3 758.73	1.68		

(1) 第一阶段是2000—2003年:急速下降阶段。2001年制定了第十个五年计划,强调必须提高农业基础地位,抓好粮食生产。但在2003年6—7月份,正值粮食收货季节,第一主产区接连遭遇三次洪水侵袭,粮食产量损失惨重。山地丘陵地区山洪不断,沿江平原地势低洼,因此2003年安徽省粮食产量直线下降。

(2) 第二阶段是2004—2012年:快速增长阶段。中央一号文件(2004)指出推动粮食主产区建

设,构建一批优质的粮食生产基地,挖掘粮食生产大县的潜力,推动大型国有农场建设。先进的科技、优良的品种、充裕的资金等投入加快了安徽省三大主产区粮食生产。2005年安徽省实施“三大行动”——小麦高产、水稻增产、玉米振兴,探索一条“科技把关、主攻单产”提升粮食生产综合实力的路。为了支持“三大行动”,安徽省每年预算1 500万元,一方面奖励种粮大县、单位和个体户,另一方面实施全省粮食生产“四补贴”政策。农田基础设

施建设不断改善,防洪抗旱能力提升。部分粮食品种实施最低收购价,稳定粮食市场。因此,从 2003—2012 年安徽省粮食产量都在不断增加。

(3) 第三阶段是 2013—2017 年:平稳增长阶段。2013—2014 年安徽省自然灾害频繁,每年直接经济损失 200 亿元,其中农业经济损失 50% 以上。受自然灾害影响,三大主产区粮食产量相对减少。但是 2014 年以后,安徽省主产区粮食产量慢慢恢复增长。

2. 影响粮食产量因素的主成分分析

首先,需要检验是否可以做主成分分析。如表 2 所示,是对以上 9 个指标的 *KMO* 统计量和 Bartlett

球形检验结果。*KMO* 统计量的值  $0.809 > 0.700$ ,符合可以做主成分分析的条件,*Bartlett* 球形检验 *P* 值  $0.00 < 0.05$ ,也说明选取的 9 个指标具有相关性,可以做主成分分析。

表 2 *KMO* 统计量和 Bartlett 的球形度检验

<i>KMO</i> 统计量		0.809
Bartlett 的球形度检验	近似卡方统计量	250.641
	自由度	36
	显著性概率	0.00

再利用数学软件 *MATLAB* 对处理后的数据进行主成分分析,分析结果主要包括主成分个数、单个指标方差贡献率及累积贡献率(表 3)。

表 3 特征值与方差贡献率

主成份	初始特征值			提取因子的平方和载入		
	特征值	方差贡献率(%)	累积贡献率(%)	特征值	方差贡献率(%)	累积贡献率(%)
1	6.266	69.627	69.627	6.266	69.627	69.627
2	1.543	17.143	86.77	1.543	17.143	86.77
3	0.546	6.068	92.838			
4	0.42	4.669	97.507			
5	0.174	1.934	99.44			
6	0.025	0.275	99.715			
7	0.011	0.119	99.835			
8	0.009	0.101	99.936			
9	0.006	0.064	100			

李心慧等<sup>[10]</sup>指出在主成分分析中,特征值可以看做主成分的影响力度指标,方差贡献率反映了某主成分综合多个指标  $X_i(i=1,2,\cdots,p)$  的影响力度。第一主成分的特征值和方差贡献率分别为 6.266 > 1 和 69.627%;第二主成分的特征值和方差贡献率分别为 1.543 > 1 和 17.143%。第一主成分和第二主成分的累积贡献率为 86.77% > 85%,因此,第一和第二主成分可以替代其他对粮食产量具有影响的因素。

主成分载荷矩阵主要用来衡量  $X_i$  与主成分之间的相关关系。据分析提取前两项主成分,并求出载荷矩阵(表 4)。对第一主成分影响最大的是技术因素,均在 0.9 以上,其次是投入要素,资源投入高于劳动力投入。对第二主成分影响最大的是市场要素。利用表 3 中数据除以主成分相对应特征值的开平方根,得到两个主成分中  $X_i$  所对应的系数,每个主成分系数平方和均为 1,结果如下(表 4):

$$F_1 = 0.991x_1 + 0.99x_2 + 0.914x_3 + 0.986x_4 + 0.976x_5 + 0.809x_6 + 0.944x_7 - 0.003x_8 + 0.003x_9$$

$$F_2 = 0.06x_1 - 0.011x_2 - 0.213x_3 + 0.068x_4 - 0.1x_5 + 0.182x_6 - 0.032x_7 + 0.86x_8 + 0.84x_9$$

从上述表达式可以看出,在第一主成分中  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_7$ 、 $X_3$  这 6 个系数较大,贡献度为 69.627%,说明这 6 个指标作用显著。这 6 个指标主要是技术要素和资源投入要素,反映了农业现代化离不开科技支持和要坚持耕地红线不能破的原则。在第二主成分中  $X_8$ 、 $X_9$  的系数较大,这两个指标反映了粮食产量受市场要素的影响较大。

表 4 主成分载荷矩阵

变量	主成分 1	主成分 2
播种面积 $X_1$	0.991	0.06
农业机械总动力 $X_2$	0.99	-0.011
有效灌溉面积 $X_3$	0.914	-0.213
化肥使用量 $X_4$	0.986	0.068
农村用电量 $X_5$	0.976	-0.1
农业人口 $X_6$	0.809	0.182
第一产业比重 $X_7$	-0.944	-0.032
农业生产资料价格总指数 $X_8$	-0.003	0.86
粮食零售价格指数 $X_9$	0.002	0.84

### 3. 粮食产量的灰色预测分析

利用  $GM(1,1)$  模型,以 2000—2017 年安徽省三大主产区粮食产量为研究对象,对安徽省三大主产区未来 8 年粮食产量进行预测,得到预测模型:

$$y^{(1)}(t+1) = 875\,304e^{0.00417048t} - 871\,845$$

利用上述预测模型得到安徽省三大主产区未来 8 年粮食产量预测值,以及相应的残差和相对误差。如表 5 所示,2010—2017 年,实际值和预测值平均相对误差为 1.68%,预测结果精确度很高。

根据灰色预测结果,可以看出总体上安徽省主产区粮食产量呈稳定上升趋势,但增长幅度逐渐减小。未来八年里,安徽省主产区粮食产量每年保持 0.42% (即发展系数 0.004 170 48) 左右的速度在增加 (此处不考虑自然灾害的影响)。粮食生产受到多方面的影响,其中政策的影响举足轻重,从预测中可以看出安徽省主产区粮食产量增长幅度逐渐减小,一定程度上反映出在多方因素影响下,边际产量递减,有偏离最优生产区间的风险。安徽省“十三五”规划中提出要注重粮食生产区域性:淮北打造小麦、玉米品牌粮食生产区、江淮丘陵构建水稻绿色粮食生产区、沿江推动粮、油、棉优质生产区。安徽省提出“4105”行动计划,进一步夯实农业基础设施建设和提高农业生产的技术水平。因此, $GM(1,1)$  模型对安徽省三大主产区未来八年粮食产量预测具有较高的参考价值,在一定程度上反映了安徽省三大主产区在未来八年的发展趋势。

## 四、结论与建议

本文利用 2000—2017 年安徽省三大主产区粮食产量数据,采用主成分分析法分析了影响粮食产量的影响因素,运用  $GM(1,1)$  灰色预测模型预测了未来八年的粮食产量的增长趋势,得出结论。

(1) 安徽省三大主产区粮食产量总体在增加,但是农业的弱质性严重影响粮食产量。在描述性统计分析中,得到在第一阶段和第三阶段中 2013 年至 2014 年间产量受到自然灾害影响,产量下降幅度明显,暴露了农业的弱质性。与马卫鹏(2014)得出安徽省粮食受灾面积对粮食增产具有负面影响的结论一致。安徽省是暖温带和亚热带的过渡气候,季风性显著,降水不稳定。安徽省地形多样,境内有淮河和长江经过,各主产区地形差异较大,不确定性的自然因素使得粮食产量具有波动性。

表 5  $GM(1,1)$  模型对安徽省市域粮食产量预测结果

年份	实际值 (万吨)	预测值 (万吨)	残差 (万吨)	相对误差 (%)
2010	3 459.62	3459.62	0.00	0.00
2011	3 775.09	3658.06	-117.02	-3.10
2012	3 577.69	3 673.35	95.67	2.67
2013	3 575.28	3 688.70	113.43	3.17
2014	3 729.65	3 704.12	-25.53	-0.68
2015	3 816.79	3 719.60	-97.19	-2.55
2016	3 696.57	3 735.14	38.58	1.04
2017	3 758.73	3 750.75	-7.98	-0.21
2018		3 766.43		
2019		3 782.17		
2020		3 797.98		
2021		3 813.85		
2022		3 829.79		
2023		3 845.79		
2024		3 861.87		
2025		3 878.01		

(2) 影响安徽省三大主产区粮食产量的因素综合排序为技术要素 > 资源投入要素 > 市场要素。此结论学术界未达成一致。邬舒静(2016)认为市场要素对水稻、玉米和薯类产量影响显著,技术要素对小麦和大豆的产量影响显著。刘顺等(2012)强调技术要素对粮食产量影响更大。研究表明,在影响因素分析中,提取了两个主成分:第一主成分指标主要有播种面积、农业机械总动力等,其中,技术要素的四个指标均包含在内,其余是资源投入要素;第二主成分主要是市场要素,包含的指标主要有农业生产资料价格总指数和粮食零售价格指数。两个主成分的提取充分表明技术、资源投入和市场三要素对安徽省三大农产品主产区粮食产量的影响十分显著,也反映出三者的影响程度。

(3) 经预测,安徽省三大主产区 2018—2025 年的粮食产量将逐年增长,上升态势明显,但增长幅度较小,边际产量递减,说明粮食生产的边际产量若继续减小为负,将偏离最优生产区间。张杰等(2013)<sup>[11]</sup>学者也同样预测安徽省 2011 年至 2030 年的粮食产量呈现良好增长态势,不同的是发展系数的差异,其预测期为 20 年,发展系数高达 0.015,本研究仅为 0.004 2,说明本研究预测中短期年份更贴切实际,同时也反映了边际产量逐年递减的事实。

针对以上结论,提出建议。

(1) 加强农业基础设施建设,降低农业弱质性。首先,安徽省属于过渡带,降水不稳定,加强防洪抗旱的基础设施建设;其次,推动“知识下乡”,通过集体学习、基层宣传、广播电视等方式让农民了解农

业的弱质性,减轻其带来的损失;最后,对粮食生产大县,自然村因地制宜配备农机具,提高农业现代化、机械化,以满足提高生产效率的需要。

(2)合理配置要素资源,发挥主产区优势和弥补劣势。第一,规范淮北平原主产区资源投入要素,努力提高单产。丰收季节严格监管供求市场,把握好粮食最低收购价,保证农民不受损。第二,加强江淮丘陵主产区技术要素投入,特殊地形配套中小型农机具及建设灌溉蓄水工程。第三,注重沿江平原主产区市场要素投入。作为粮、油、棉主产区,延长产业链、树立品牌意识、打造生态绿色农产品销售市场。

(3)完善政策扶持机制,促进适度规模的形成。首先,耕地红线就是底线不能破;其次,继续完善各项粮食生产的补贴和奖励机制;最后,增加“育民”资金投入,特别是需要不断向粮食种植大户宣传先进种植技术,让技术真正地用于民,基层实现一个上传下达的粮食政策交流平台,让政策实实在在地惠及于民,并在此基础上促进各主产区粮食产业适度规模的形成,防止边际产量递减至负数,偏离最优生产区间。

### 参 考 文 献

- [1] 刘玉,高秉博,潘瑜春,等.基于LMDI模型的黄淮海地区县域粮食生产影响因素分解[J].农业工程学报,2013,29(21):1-10.
- [2] 房丽萍,孟军.化肥施用对中国粮食产量的贡献率分析——基于主成分回归C-D生产函数模型的实证研究[J].中国农学通报,2013,29(17):156-160.
- [3] 周志刚,郑明亮.基于对数均值迪氏指数法的中国粮食产量影响因素分解[J].农业工程学报,2015,31(2):1-6.
- [4] 魏君英,夏旺.农村人口老龄化对我国粮食产量变化的影响——基于粮食主产区面板数据的实证分析[J].农业技术经济,2018(12):41-52.
- [5] 刘顺,黄国勤.安徽省粮食产量波动研究[J].中国农学通报,2012,28(21):125-130.
- [6] 马卫鹏,曹淑华,聂雷,等.安徽省粮食产量变化态势及影响因素驱动力分析[J].世界农业,2014(9):178-184.
- [7] 邬舒静.农业气象灾害对粮食产量的影响分析——基于安徽省16个地级市的面板数据[J].灾害学,2016,31(4):65-69.
- [8] 杨东群,王克军,蒋和平.粮食减产影响我国粮食安全的分析与政策建议[J].经济学家,2018(12):71-80.
- [9] 姚成胜,李政通,易行.中国粮食产量变化的驱动效应及其空间分异研究[J].中国人口·资源与环境,2016,26(9):72-81.
- [10] 李心慧,朱嘉伟,王旋,等.基于主成分分析的河南省粮食产量影响因素分析[J].河南农业大学学报,2016,50(2):268-274.
- [11] 张杰,卢李朋,姜朋辉,等.安徽省粮食生产的主成分分析及其趋势预测[J].长江流域资源与环境,2013,22(3):314-321.

## An Analysis of the Influencing factors and the Grey Prediction of Grain Yield

——Based on the data of main production areas in Anhui Province

LIU Peng-ling<sup>1</sup>, WU Wen-jun<sup>1</sup>, WAN Ying-ying<sup>1</sup>, WAN Guang-hui<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Management, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. College of Science, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** It is very important to make out the main factors affecting grain production and predict the grain production scientifically for the grain production growth and the food security guarantee. By means of the grey perdition model  $GM(1,1)$ , the paper extracts the data relevant to the grain yield in three major agricultural production areas of Anhui province from 2000 to 2017, makes a principal component analysis on the factors affecting grain production, and predicts the grain production in the next eight years in the main production areas of Anhui. The study shows that: 1) there is an overall growth of the grain output in the main producing areas of Anhui Province in the past 18 years, though the agricultural inferiority is still serious; 2) in addition, factors affecting grain output rank from big to small in order, namely, the technical factors, the resource investment factors and the market factors; 3) there is an increasing trend of grain output in the next eight years, while the marginal yield decreases. Therefore, it is vital to strengthen the construction of agricultural infrastructure to reduce the weakness of agriculture, allocate essential resources rationally, provide policy support and guidance, and promote the formation of a moderate scale.

**Key words:** grain yield; influence factors; principal components; grey model  $GM(1,1)$

【编辑 高婉炯】