

黑龙江省粮食生产灰色关联分析和预测

王晨筱, 龚敏, 李晓 (东北林业大学经济管理学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 根据 2005~2013 年黑龙江省统计资料, 运用灰色关联方法对影响粮食生产的各个因素进行分析, 并运用 GM(1,1) 模型预测未来几年黑龙江省的粮食总产量及其影响因素。结果表明, 8 个主要影响因素与黑龙江省粮食产量显著相关, 其中农村用电量、农药施用量和粮食播种面积对粮食产量的影响最大; 预测结果显示, 未来几年黑龙江省的粮食总产量将会持续增加, 有效灌溉面积、农村用电量和农业机械总动力将会成为影响黑龙江省粮食生产的 3 个最为重要的因素。根据分析结果提出相关建议, 为今后黑龙江省农业可持续发展提供参考。

关键词 黑龙江省; 粮食生产; 灰色关联分析; GM(1,1)

中图分类号 S-9; F323.21 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)23-323-03

Grey Correlation Analysis and Forecasts of Grain Production in Heilongjiang Province

WANG Chen-xiao, GONG Min, LI Xiao (College of Economics and Management of Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract Based on the statistical data about Heilongjiang Province from 2005 to 2013, the use of gray correlation analysis on the factors affecting grain production, and use GM(1,1) model to predict the value of grain production and the impact of various factors for the next few years. The results showed that 8 main factors significantly associated with grain production, grain acreage, pesticide application rate and rural electricity consumption has the biggest impact on the grain production; prediction indicates that the in the next few years, grain production of Heilongjiang Province will continued to increase, effective irrigation area, rural electricity consumption and the total power of agricultural machinery will be three important impact factors of Heilongjiang Province's total grain production. According to the results, several relevant suggestions were put forward, which will provide a reference for the future sustainable development of agriculture in Heilongjiang Province.

Key words Heilongjiang Province; Grain production; Gray correlation analysis; GM(1,1)

黑龙江省土地条件居全国之首, 是我国粮食生产最具发展潜力的地区, 也是我国重要的商品粮基地之一^[1]。粮食生产是保障国家发展的重要战略问题, 随着我国经济实力的日益增强、人口数量的持续增长和消费水平的逐步提高, 人们对粮食的需求量越来越大, 如何实现黑龙江省粮食生产的持续发展成为亟待解决的重要问题。影响某个区域粮食生产的因素有很多, 多数学者会运用灰色关联分析法来对这些影响因素的关联系数进行测算, 并根据测算结果进行排序^[2]。灰色系统理论是我国学者邓聚龙教授提出的一种研究“小样本、贫信息”的理论, 通过生成和开发部分已知信息来提取有效的信息, 并对含有不确定因素的系统进行预测^[3]。笔者在分析 2005~2013 年黑龙江省粮食产量变化趋势的基础上, 运用灰色系统理论对影响粮食生产的各个因素进行关联分析, 量化了粮食产量与其他影响因素的关联程度; 并建立黑龙江省粮食产量的灰色 GM(1,1) 预测模型对 2014~2020 年的粮食产量进行预测, 为黑龙江省制定粮食发展规划、促进粮食生产稳定增长提供参考依据。

1 灰色关联分析与预测模型

1.1 灰色关联分析 灰色关联分析是灰色系统理论中的一个十分活跃的分支, 主要根据序列曲线的几何形状来判断不同序列之间的联系是否密切^[4]。该方法主要研究系统中各个因素随时间变化而发生变化的过程, 并根据变化的接近程度来衡量它们之间关联性的强弱, 从而为系统分析及未来战略制定提供理论基础。灰色关联分析通过比较分析每个最优解和非最优解之间的灰色关联程度来找出最优的排序对

象^[5], 根据关联度顺序来描述因素间关系的强弱、大小和次序。其基本原理是: 运用数学方法对各因素的数据序列进行计算, 进而得到因素间的对应关系。序列曲线的几何形状越接近, 它们之间的灰色关联度越大, 反之越小。

灰色关联度的计算方法与步骤如下:

(1) 根据评价目的确定评价指标体系, 收集评价数据, 确定参考数据列。

(2) 采用初值化或均值化的方法对变量序列进行无量纲化, 使原始变量序列具有相同的量纲或数量级, 从而保证分析结果的可靠性^[7]。

(3) 求绝对差值序列。绝对差值序列 $\Delta_i(k)$ 是参考数列 $X_0(k)$ 与比较数列 $X_i(k)$ 在 k 点 ($k=1, 2, \dots, n$) 上差的绝对值^[10]:

$$\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)| = \{\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(n)\}, i=1, 2, \dots, m \quad (1)$$

(4) 找出最大绝对差值 $\Delta_{\max}$ 和最小绝对差值 $\Delta_{\min}$ 。

(5) 求灰色关联系数:

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min \min |X_0(k) - X_i(k)| + p \max \max |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + p \max \max |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (2)$$

分辨系数 $0 < p < 1$, 该研究取 $p=0.5$ 。

(6) 求关联度。计算公式为:

$$\gamma_{i(k)} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{i(k)} \quad (3)$$

(7) 列出关联度排序。

1.2 灰色预测模型 GM(1,1) GM(1,1) 模型是一阶单变量微分方程模型, 是一种常用的灰色预测模型, 也是一种短期预测模型。自 20 世纪 80 年代由邓聚龙教授创立后, 已广

泛应用于多个预测和决策系统中^[6],尤其适用于样本量少、信息不明确和数据缺乏的情况。灰色预测通过建立 GM(1,1)模型群,研究和预测系统的动态变化,掌握系统的发展规律,并控制与调节系统变化的方向与速度,使之朝着期望目标发展。GM(1,1)模型的最大优点是可以利用较少的原始数据建立准确的预测模型,其实质是通过对原始数据的累加生成使其呈一定规律,将模型预测值作一次累减还原,并对系统进行预测。

灰色 GM(1,1)预测模型的计算方法与步骤如下:

(1)确定原始数列。

(2)级比检验。只有当级比覆盖在一定范围内才可以进行预测;反之,则需要将原始数列进行数列变换。

(3)数列变换。

(4)建模。对数列进行 $x^{(0)} - \text{AGO}$ (累加) 并建立 GM(1,1)模型:

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b, (k=1,2,3,\cdots,n)$$
 (4)

式中, $z^{(1)}(k) = 0.5[x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)]$ (5)

(5)检验。当平均精度大于等于 90% 时方可运用模型进行预测^[8]。

(6)预测。用所建立的数列来建立 GM(1,1)模型:

$$\begin{cases} x^{(1)}(k+1) = [x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}] \cdot e^{-ak} + \frac{b}{a} \\ x^{(0)}(k+1) = x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) \end{cases}$$
 (6)

将 k 值代入模型 GM(1,1) 即可得到预测值。

2 黑龙江省粮食产量影响因素灰色关联分析与预测

2.1 黑龙江省粮食产量影响因素的灰色关联分析 根据黑龙江省粮食生产的实际情况,结合相关研究,基于对黑龙江省粮食生产影响因素的定性判断,根据《黑龙江统计年鉴》数据,从中选取了 8 个影响粮食生产的主要因素: X_0 粮食总产量(万 t), X_1 有效灌溉面积(万 hm^2), X_2 粮食单产(kg/hm^2), X_3 化肥施用量(折纯万 t), X_4 农业从业人员(万人), X_5 农村用电量($\times 10^8 \text{ kWh}$), X_6 农业机械总动力(万 kW), X_7 粮食播种面积($\times 10^3 \text{ hm}^2$), X_8 农药使用量($\times 10^4 \text{ t}$)。原始数据如表 1 所示,令 $\rho = 0.5$,运用灰色建模软件分析原始数据,得到黑龙江省粮食总产量和各主要影响因素的灰色关联结果(表 2),排序结果为: $r_7 > r_3 > r_5 > r_1 > r_4 > r_6 > r_2 > r_8$ 。

表 1 2005 ~ 2013 年黑龙江省粮食总产量及各影响因素统计数据

年份	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
2005	3 600.0	239.4	3 640	150.9	696.7	36.4	2 234.0	988.9	4.8
2006	3 780.0	264.8	3 714	162.2	689.6	38.0	2 570.6	1 052.6	5.8
2007	3 965.5	295.0	3 790	175.2	675.1	41.0	2 785.3	1 082.1	6.0
2008	4 225.0	295.0	3 845	180.7	678.0	44.3	3 018.4	1 098.8	6.2
2009	4 353.0	340.6	3 821	198.9	684.1	48.4	3 401.3	1 313.3	6.7
2010	5 012.8	387.5	4 376	214.9	677.5	52.7	3 736.3	1 354.9	7.4
2011	5 570.6	434.2	4 843	228.4	677.7	58.2	4 097.8	1 375.9	7.8
2012	5 761.3	488.9	5 001	240.3	667.3	64.3	4 549.3	1 394.2	8.1
2013	6 004.1	534.2	5 192	245.0	666.7	67.0	4 848.7	1 403.7	8.4

表 2 2005 ~ 2013 年黑龙江省粮食总产量和各影响因素的灰色关联分析结果

影响因素	关联度 r	关联序
X_1	0.633 9	4
X_2	0.537 2	7
X_3	0.651 9	2
X_4	0.595 9	5
X_5	0.634 0	3
X_6	0.557 5	6
X_7	0.670 6	1
X_8	0.501 3	8

由表 2 可知,2005 ~ 2013 年黑龙江省粮食播种面积、农药施用量和农村用电量对黑龙江省粮食总产量的影响最大,是影响粮食生产的重要因素,有效灌溉面积和农业从业人员对粮食生产也产生了较大影响,而农药使用量对粮食生产的影响最小。根据表 1 数据可知,2005 ~ 2013 年黑龙江省农村用电量和农业机械总动力逐年增加,农业从业人员数量逐年减少,由此可见,提高粮食生产应主要依靠技术进步和农业生产条件的改善,而不是单纯地依靠劳动力进行生产。此

外,在黑龙江省粮食生产过程中,农药与化肥的施用量逐年升高,结合我国目前的生态环境及资源利用状况,在未来的农业生产中,农户应该采取更为节能环保的方式,尽量减少在农药、化肥方面的投入量,从而达到提高耕地质量、保护生态环境的目的。

2.2 黑龙江省粮食总产量 GM(1,1) 预测 根据表 1 中的数据,首先建立黑龙江省粮食产量的 GM(1,1)模型,并采用灰色建模软件获得 2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食总产量的预测值(表 3)。根据同样的原理,可以求出其他影响因素的预测值。由表 3 可知,2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食产量将会持续上升,主要是受农业机械总动力增加、农村用电量提升以及有效灌溉面积扩大的影响。运用灰色关联分析方法对表 3 中的结果再次进行计算,得到 2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食总产量和各影响因素预测的灰色关联度及其排序(表 4),排序结果为 $r'_1 > r'_6 > r'_5 > r'_3 > r'_2 > r'_7 > r'_8 > r'_4$ 。

由表 4 可知,2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食总产量的影响因素中,有效灌溉面积将是影响粮食总产量最主要的因素,灰色关联度排在第一位,为 0.687 6,其次是农村用电量

表 3 2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食总产量及各影响因素预测值

年份	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
2014	6 598.1	594.1	5 512.1	268.1	666.0	74.2	5 394.8	1 535.2	9.1
2015	7 092.7	660.7	5 829.4	285.0	663.6	80.8	5 923.9	1 606.2	9.6
2016	7 624.4	734.9	6 165.0	303.0	661.2	87.9	6 504.9	1 680.4	10.2
2017	8 195.9	817.4	6 520.0	322.1	658.8	95.6	7 142.9	1 758.0	10.8
2018	8 810.3	909.1	6 895.4	342.4	656.4	104.1	7 843.4	1 839.2	11.4
2019	9 470.8	1 011.2	7 292.4	364.0	654.0	113.3	8 612.7	1 924.2	12.1
2020	10 180.7	1 124.7	7 712.2	386.9	651.6	123.2	9 457.3	2 013.1	12.8

(0.608 0)和农业机械总动力(0.603 4),而农药使用量和农业从业人数与粮食总产量的灰色关联度最小,仅为0.586 8。将表4与表2中结果进行对比,结果显示,粮食播种面积从第1位下降到第6位,化肥施用量从第2位下降至第4位,农业从业人数影响从第5位下降到最后一位,而农业机械总动力从第6位上升至第2位,表明在黑龙江省的粮食生产中对粮食播种面积、化肥和劳动力的依赖日益减少,而对科技水平的要求越来越高。

表 4 2014 ~ 2020 年黑龙江省粮食总产量和各影响因素预测的灰色关联分析

影响因素	关联度 r'	关联序
X_1	0.687 6	1
X_2	0.599 6	5
X_3	0.601 1	4
X_4	0.586 8	8
X_5	0.603 4	3
X_6	0.608 0	2
X_7	0.597 2	6
X_8	0.595 1	7

对2005 ~ 2013年黑龙江省粮食产量影响因素的分析结果表明,影响粮食产量的主要因素还是粮食播种面积和化肥施用量等常规因素,表明黑龙江省农业发展还未完全摆脱传统农业阶段。结合2014 ~ 2020年粮食产量预测结果,将这2个时期对比分析可知,农村用电量和化肥施用量均排在影响因素的前4位,农业机械总动力由原来的第6位上升到第2位,有效灌溉面积由第4位上升到第1位,表明随着农业科技的进步,黑龙江省的农业发展已具有一定的现代化水平,呈现出向现代农业转型的迹象。

3 对策与建议

根据上述分析结果,结合黑龙江省农业发展的实际情况,以提高黑龙江省粮食产量为目的,提出以下建议。

3.1 大力促进生产技术进步,努力提高粮食单产 促使粮食持续增长的最主要途径是提高粮食单产。提高粮食单产有多种方式,包括加大科技投入、促进生产技术进步、引进优质粮食作物品种和改善粮食生产基本条件等。黑龙江省人民政府及相关部门应大力完善现有农业技术推广体系,加大对农业科技成果的奖励力度,并鼓励农户与农业科研院所合作,

通过技术进步提高粮食单产。此外,分析结果表明,目前黑龙江省粮食产量与农业机械总动力的相关性还不够显著,这表明黑龙江省粮食生产的现代化水平还有待提高。因此,在未来的农业生产过程中,要始终坚持推动农业发展与时俱进,逐渐运用新设备、新技术和新方法,实现农业可持续发展。

3.2 采取多种手段,发展绿色农业 从目前来看,在黑龙江省的粮食生产中,化肥施用量和农药使用量逐年上升,这虽然会在短时间内提高粮食产量,但从长期来看,过多使用农药、化肥不但不利于保护耕地质量,还会污染环境,对生态造成破坏。因此,在未来可以采用推广土地精细化管理、施用有机肥、改进灌溉技术等多种手段发展绿色农业,使农业生产在满足农户需求和市场需求的条件下向绿色、环保和科学的方向发展。

3.3 稳定粮食播种面积,优化粮食生产环境 粮食播种面积是影响粮食产量的重要因素,要想提高粮食产量,就必须完善农村土地制度,切实保护耕地,需要政府及相关部门通过加强土地用途管制和完善耕地占用补偿制度等方式稳定粮食播种面积。同时,要优化粮食生产环境,改善粮食生产的基本条件,通过加强农田水利基础设施和农田林网建设等手段提高农业生产的综合能力,为粮食生产提供科学的技术支持和营造良好的生产环境。

参考文献

[1] 倪超,雷国平. 黑龙江省粮食产量变化及驱动因素分析[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(5):14-19.
[2] 刘利花,尹昌斌. 中国粮食产量的灰色关联分析[J]. 河南农业大学学报,2013,47(6):751-756.
[3] 黄文学,刘凌,闰争亮,等. 基于灰色系统理论的我国木质产品产量预测模型的建立[J]. 东北林业大学学报,2012,40(10):156-158.
[4] 刘思峰,蔡华,杨英杰,等. 灰色关联分析模型研究进展[J]. 系统工程理论与实践,2013,33(8):2041-2046.
[5] ZHOU L,DONG Q M. Research on tourism development of Xinjiang based on grey relational analysis and gravity model[J]. Grey Systems:Theory and Application,2014,4(3):62-66.
[6] LI L,WANG R,LI X. On Parameters of GM(1,1, β)model and applied for forecasting the added value of the financial industry[J]. Journal of Grey System,2014,26(4):75-88.
[7] 钟丽,刘助生,范大泳,等. 基于灰色关联下的广西粮食主要生产影响因素评价[J]. 现代农业科技,2014(8):275-277.
[8] 王雨濛. 湖北省粮食生产灰色关联动态分析[J]. 农业技术经济,2011(6):81-86.