

# 粮食产量预测理论、方法与应用

## V.粮食潜力实现率及其评价方法

黄治平<sup>1</sup>, 蔡彦明<sup>1</sup>, 王铄今<sup>2</sup>, 侯彦林<sup>1\*</sup>, 米长虹<sup>1</sup>, 刘书田<sup>1</sup>, 郑宏艳<sup>1</sup>, 王 农<sup>1</sup>,  
夏 维<sup>1</sup>, 任 军<sup>3</sup>, 王新民<sup>4</sup>, 侯显达<sup>5</sup>

(1.农业部环境保护科研监测所, 天津 300191; 2.北京农业信息技术研究中心, 北京 100089; 3.吉林省农业科学院, 吉林 长春 130033; 4.河南牧业经济学院, 河南 郑州 450011; 5.北京优雅施软件研发服务中心, 北京 100089)

**摘要:**为说明粮食潜力与估产的关系,定义了“粮食潜力实现率”的概念,它是与粮食潜力预测值相比,当年实际达到或能够达到的百分比,它将潜力值和当年估产值或实际产量结合在一起,可用来评价潜力实际达到的程度,并可反映气候年型。应用结果表明:2010年各省单产和总产潜力平均实现率围绕100%波动,说明科技进步对增产仍然起到支撑作用,而1999—2008年各省单产和总产潜力平均实现率低于100%,说明科技进步对增产作用在减小。因此,粮食潜力实现率可以用来评价粮食增产趋势和科技进步的贡献,其方法实用、误差小。

**关键词:**粮食潜力;估产;潜力实现率;评价;预测

中图分类号:S11<sup>+</sup>4

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2014)03-0233-04

doi: 10.13254/j.jare.2014.0071

### The Theory, Method and Its Application of the Grain Yield Forecast

#### V. The Conversion Rate of Grain Yield Potential and Its Evaluation

HUANG Zhi-ping<sup>1</sup>, CAI Yan-ming<sup>1</sup>, WANG Shuo-jin<sup>2</sup>, HOU Yan-lin<sup>1\*</sup>, MI Chang-hong<sup>1</sup>, LIU Shu-tian<sup>1</sup>, ZHENG Hong-yan<sup>1</sup>, WANG Nong<sup>1</sup>,  
XIA Wei<sup>1</sup>, REN Jun<sup>3</sup>, WANG Xin-min<sup>4</sup>, HOU Xian-da<sup>5</sup>

(1.Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191, China; 2.Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China; 3.Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China; 4.Henan College of Animal Husbandry and Economy, Zhengzhou 450011, China; 5.Software Development and Service Center of Beijing Yours, Beijing 100089, China)

**Abstract:** To illustrate the relationship between grain yield potential and yield estimation, the concept of conversion rate of grain yield potential was defined. It was the percentage of the actual yield value or could be achieved value compared with the forecast value of the grain yield potential. The forecast potential value was combined with the estimation value or the actual yield value of the year, which could be used to evaluate the actual degree yield potential achieved. And the climatic year type could be reflected. The results of application showed that per unit yield and total yield potential conversion rate were around 100% in 2010, which indicated the progress of science and technology to the production still played a supporting role. But the per unit yield and total yield potential conversion rate was less than 100% from 1999 to 2008, which showed the progress of science and technology to the yield function was reducing. Therefore, the conversion rate of grain yield potential could be used to evaluate the trend of grain yield and the contribution of technological progress, and the method was practical and with low error.

**Keywords:** grain yield potential; grain estimating; conversion rate of production potential; evaluation; forecast

农业是国民经济的基础,粮食生产是农业的关键。国内学者在粮食产量的预测和波动性方面做了大

量的研究工作。近年来,随着我国人口的快速增加、耕地不断减少、城镇化率加快发展、人民生活水平日益提高,以及全球气候变化加剧,使得粮食安全问题日益成为国际社会普遍关注的焦点问题。本文就提出的粮食潜力实现率及其评价方法对粮食增产趋势进行分析,对于指导粮食生产、保证粮食生产供应、保障国家粮食安全、保持社会稳定具有重要意义。

收稿日期:2014-03-26

基金项目:中国农业科学院科技创新工程(2014-cxgc-hyl)

作者简介:黄治平(1972—),男,博士,副研究员,主要从事农业资源生态研究。E-mail:bjhuangzp@126.com

\* 通信作者:侯彦林 E-mail:bjyours@sina.com

## 1 材料与方法

本文从公开发表的数据中整理出全国和东北三省 1949—2010 年粮食单产数据以及 31 个省、区、直辖市 1979—2010 年粮食单产数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 粮食潜力实现率

为了深入理解粮食潜力和估产的关系,现对前 4 篇论文内容进行总结<sup>[1-4]</sup>,见表 1。

粮食潜力是未来 1 年或 5 年或 10 年之后的当时科技水平、社会经济条件和平均气候条件下所能达到的产量;估产是预测的当年产量;当年实际产量是政府部门统计确定最终发布的产量。现假设已经建立了一个潜力预测模型,可以预测某一年(如 2008 年)的潜力;再假设已经建立了一个估产模型,可以预测当年(如 2008 年)的产量;假设也已经知道该年(如 2008 年)的实际产量。那么,三者之间有什么样的关系呢?

为说明粮食潜力预测和估产的关系,定义粮食潜力实现率 $=[1+(某年粮食实际产量或估产值-某年粮食潜力预测值(这里为说明方便,以最近一年的潜力预测值为例说明))/某年粮食潜力预测值] \times 100\%$ 。这里,某年粮食潜力预测值是科技进步增产下的预测值,受气候影响较小。一般地,当粮食潜力实现率为 100% 时,说明当年气候条件为平均气候年型;当粮食潜力实现率 $>100\%$  时,说明当年气候条件好于平均气候年型;当粮食潜力实现率 $<100\%$  时,说明当年气候条件劣于平均气候年型。当然,潜力实现率也受科技和社会因素的影响。因此,潜力实现率可以用来评价潜力的实际达到程度。同理,也可以计算过去若干年中某年或某段时间平均潜力实现率。可见,潜力实现

率将潜力值和当年估产值或实际产量结合在一起,可以用来评价潜力实际达到的程度,并可反映气候年型和科技等因素的影响。

### 2.2 粮食潜力实现率计算方法

具体算法:第一步是选好预测通道,建立潜力预测模型;第二步是分别预测未来 1~10 年各年的粮食潜力,并取其平均;第三步是取预留的 1~10 年的真实产量,计算各年粮食潜力并取其  $n=10$  年的潜力平均;第四步是分别计算 1~10 年各年的粮食潜力实现率,并取其平均。

### 2.3 粮食潜力实现率的应用

#### 2.3.1 全国 2010 年粮食单产和总产潜力实现率

对 2010 年全国粮食单产和总产潜力实现率进行预测,气候年型修正参数统一确定为 1.00 即平产年,潜力预测中  $n=10, m=1$ 。结果表明:全国粮食潜力实现率总体上仍然大于 100%,这说明科技推动的单产和总产仍然呈上升趋势。

2010 年全国粮食单产潜力实现率预测。潜力建模数据:1979—2009 年( $n=10, m=1$ );预测模型: $y = -1.9968x^2 + 8042.5787x - 8093630.2338$  ( $r=0.9988, n=10$ );2010 年潜力预测值: $4681 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。估产建模数据:1979—2009 年( $m=1$ ),2010 年按平产年的估产值: $5064 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;2010 年按平产年计算的潜力实现率预测: $108.18\% [(1 + (5064 - 4681)/4681) \times 100]$ ;2010 年实产: $4973 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;2010 年实际潜力实现率: $106.24\% [(1 + (4973 - 4681)/4681) \times 100]$ 。

2010 年全国粮食总产潜力实现率预测。潜力建模数据:1979—2009 年( $n=10, m=1$ );预测模型: $y = -33.9370x^2 + 136184.5344x - 136574575.6723$  ( $r=0.9935, n=10$ );2010 年潜力预测值: $47465 \times 10^7 \text{ kg}$ 。估产建模数据:1979—2009 年( $m=1$ ),2010 年按平产

表 1 粮食产量预测理论和方法总结

Table 1 Summary on the theory and methods of grain yield forecasting

| 项目   | 短、中、长期预测(潜力)                                                   | 短期预测(估产)     |
|------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| 目的   | 为短、中、长期粮食规划提供依据                                                | 为当年粮食调配和商贸服务 |
| 理论   | 科技进步增产理论                                                       | 通道-概率和气候年型理论 |
| 方法   | 移动平均模型和双向预测理论                                                  | 通道-概率模型      |
| 参数   | 由原始数据产生                                                        | 由原始数据产生      |
| 预测时间 | 下一年到 10 年内                                                     | 当年           |
| 结果   | 实用、误差小                                                         | 实用、误差小       |
| 适用性  | 通用                                                             | 通用           |
| 通式   | 移动平均模型/双向预测模型/通道-概率模型 $\rightarrow$ 气候年型修正 $\rightarrow$ 小趋势修正 |              |
| 关系   | 潜力实现率将潜力预测值、估产值或实际产量结合在一起                                      |              |

年的估产值:53 453×10<sup>7</sup> kg;2010 年按平产年计算的潜力实现率预测:112.62%[(1+(53 453-47 456)/47 456)×100];2010 年实产:54 641×10<sup>7</sup> kg;2010 年实际潜力实现率:115.12%[(1+(54 641-47 456)/47 456)×100]。

2.3.2 2010 年各省粮食单产和总产潜力实现率

对 2010 年各省粮食单产和总产潜力实现率进行预测,气候年型修正参数统一确定为 1.00 即平产年,潜力预测中  $n=10, m=1$ , 结果见表 2 和表 3。结果表明:各省粮食潜力实现率总体上仍然大于 100%,这说明科技推动的单产和总产仍然呈上升趋势。受经济发展影响,上海、浙江、广东总产量大幅度下降,而经济发展对单产没有负面影响。

2.3.3 2004—2008 年 5 年和 1999—2008 年 10 年间各省粮食单产和总产潜力实现率

对 2004—2008 年 5 年和 1999—2008 年 10 年间各省粮食单产和总产潜力实现率的计算结果表明(表 3):各省潜力实现率总体上仍然围绕 100%波动,全国单产和总产潜力实现率 2004—2008 年为 99.90%和 96.26%,1999—2008 年为 98.19%和 94.37%,这说明单产和总产总体上小于 100%实现率,反过来说明这 5 年和 10 年间科技进步增产率在下降。

表 2 2010 年各省粮食单产和总产潜力实现率(%)

Table 2 The forecasting of the conversion rate of grain yield per unit and total production potential for each province in 2010 (%)

| 行政单元   | 单产潜力实现率 | 总产潜力实现率 | 行政单元    | 单产潜力实现率 | 总产潜力实现率 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 全国     | 103.51  | 103.31  | 湖北省     | 102.46  | 109.46  |
| 北京市    | 123.64  | 177.9   | 湖南省     | 103.16  | 99.32   |
| 天津市    | 105.27  | 126.3   | 广东省     | 98.95   | 87.67   |
| 河北省    | 105.26  | 99.86   | 广西壮族自治区 | 101.94  | 94.9    |
| 山西省    | 105.22  | 102.73  | 四川省     | 99.81   | 94.76   |
| 内蒙古自治区 | 107.13  | 108.7   | 贵州省     | 100.1   | 99.47   |
| 辽宁省    | 103.59  | 103.39  | 云南省     | 101.6   | 101.73  |
| 吉林省    | 104.89  | 108.61  | 西藏自治区   | 106.13  | 101.82  |
| 黑龙江省   | 99.37   | 105.03  | 陕西省     | 105.84  | 98.56   |
| 上海市    | 100.13  | 78.1    | 甘肃省     | 104.59  | 101.03  |
| 江苏省    | 100.62  | 105.63  | 青海省     | 104.98  | 113.9   |
| 浙江省    | 102.03  | 77.56   | 宁夏自治区   | 106.19  | 104.86  |
| 安徽省    | 101.35  | 103.34  | 新疆自治区   | 106.96  | 104.43  |
| 福建省    | 102.42  | 103.04  | 海南省     | —       | —       |
| 江西省    | 102.92  | 104.04  | 重庆市     | —       | —       |
| 山东省    | 105.2   | 100.75  | 平均      | 104.05  | 104.27  |
| 河南省    | 106.27  | 107.92  |         |         |         |

注:“—”表示缺少数据。下同。

表 3 1999—2008 年各省粮食潜力实现率(%)

Table 3 The forecasting of the conversion rate of grain yield per unit and total production potential for each province from 1999 to 2008(%)

| 行政单元   | 单产潜力实现率     |             | 总产潜力实现率     |             | 行政单元    | 单产潜力实现率     |             | 总产潜力实现率     |             |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|        | 2004—2008 年 | 1999—2008 年 | 2004—2008 年 | 1999—2008 年 |         | 2004—2008 年 | 1999—2008 年 | 2004—2008 年 | 1999—2008 年 |
| 全 国    | 99.9        | 98.19       | 96.26       | 94.37       | 湖北省     | 97.88       | 97.96       | 103.65      | 103.06      |
| 北京市    | 111.52      | 107.75      | 149.87      | 163.11      | 湖南省     | 102.64      | 101.2       | 98.24       | 96.38       |
| 天津市    | 95.78       | 89          | 111.03      | 110.91      | 广东省     | 87.51       | 91.95       | 78.83       | 85.89       |
| 河北省    | 102.83      | 98.8        | 92.44       | 91.73       | 广西壮族自治区 | 98.84       | 98.56       | 88.6        | 93.72       |
| 山西省    | 107.36      | 99.86       | 105.32      | 96.46       | 四川省     | 97.17       | 99.12       | 84.63       | 80.37       |
| 内蒙古自治区 | 104.86      | 98.63       | 107.08      | 100.89      | 贵州省     | 102.46      | 103.68      | 95.84       | 102.55      |
| 辽宁省    | 106.22      | 99.7        | 108.64      | 99.32       | 云南省     | 100.26      | 101.88      | 102.82      | 108.53      |
| 吉林省    | 93.84       | 87.97       | 107.4       | 98.45       | 西藏自治区   | 108         | 114.04      | 97.01       | 109.82      |
| 黑龙江省   | 87.81       | 88.63       | 102.88      | 96.5        | 陕西省     | 110.71      | 105.63      | 94.7        | 92.32       |
| 上海市    | 94.88       | 98.66       | 61.78       | 64.93       | 甘肃省     | 103.08      | 102.13      | 96.14       | 95.44       |
| 江苏省    | 96.65       | 98.3        | 102.84      | 102.75      | 青海省     | 105.4       | 99.95       | 106.98      | 105.81      |
| 浙江省    | 106.71      | 105.37      | 68.19       | 71.65       | 宁夏自治区   | 103.78      | 103.55      | 102.89      | 106.28      |
| 安徽省    | 94.8        | 94.95       | 102.21      | 99.27       | 新疆自治区   | 99.32       | 102.04      | 97.72       | 96.65       |
| 福建省    | 104.25      | 101.52      | 94.12       | 103.01      | 海南省     | —           | —           | —           | —           |
| 江西省    | 102.04      | 99.66       | 106.66      | 99.61       | 重庆市     | —           | —           | —           | —           |
| 山东省    | 102.93      | 98.93       | 90.87       | 87.79       | 平 均     | 101.22      | 99.772      | 98.916      | 98.853      |
| 河南省    | 107.14      | 105.54      | 111.85      | 108.01      |         |             |             |             |             |

### 3 结论

粮食潜力实现率能将潜力预测值和估产值或实际产量结合在一起,可用来评价潜力的实际达到程度。模拟研究表明:2010 年全国潜力实现率总体上仍然大于 100%,这说明产量总体上仍然呈现稳定上升趋势。

对 2004—2008 年 5 年和 1999—2008 年 10 年间各省粮食单产和总产潜力实现率的计算结果表明:各省潜力实现率总体上仍然围绕 100%而波动,但全国单产和总产潜力实现率 2004—2008 年 5 年和 1999—2008 年 10 年间均小于 100%,反过来说明 2004—2008 年 5 年和 1999—2008 年 10 年间科技进步增产率在降低,但是 2004—2008 年比 1999—2008 年增产率略有增加。

结果表明:粮食潜力实现率可以用来评价粮食增产趋势和科技进步的贡献,其方法简单、实用、误差小。

#### 参考文献:

- [1] 侯彦林,郑宏艳,刘书田,等.粮食产量预测理论、方法与应用 I.科技进步增产理论、模型及其应用[J].农业资源与环境学报,2014,31(3): 205-211.  
HOU Yan-lin, ZHENG Hong-yan, LIU Shu-tian, et al. The theory, method and its application of the grain yield forecast I. The theory, model and its application of scientific and technological progress in increasing grain yield [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3): 205-211.(in Chinese)
- [2] 郑宏艳,刘书田,王铎今,等.粮食产量预测理论、方法与应用 II.粮食生产潜力短期预测理论、模型及其应用[J].农业资源与环境学报,2014,31(3): 212-219.  
ZHENG Hong-yan, LIU Shu-tian, WANG Shuo-jin, et al. The theory, method and its application of the grain yield forecast II. The theory, method and its application of short-term forecast of the grain yield potential [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3): 212-219.(in Chinese)
- [3] 刘书田,王铎今,米长虹,等.粮食产量预测理论、方法与应用 III.粮食生产潜力中、长期预测理论、模型及其应用[J].农业资源与环境学报,2014,31(3): 220-226.  
LIU Shu-tian, WANG Shuo-jin, MI Chang-hong, et al. The theory, method and its application of the grain yield forecast III. The theory, method and its application of medium and long-term forecast of the grain yield potential [J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3): 220-226.(in Chinese)
- [4] 米长虹,王农,黄治平,等.粮食产量预测理论、方法与应用 IV.粮食估产理论、模型及其应用[J].农业资源与环境学报,2014,31(3): 227-232.  
MI Chang-hong, WANG Nong, HUANG Zhi-ping, et al. The theory, method and its application of the grain yield forecast IV. The theory, method and its application of grain yield estimation[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(3): 227-232.(in Chinese)