

# 黑龙江省粮食产量结构与影响产量的气象因子分析

王萍<sup>1</sup> 那济海<sup>1</sup> 朱海霞<sup>1</sup> 闫平<sup>1</sup> 纪仰慧<sup>1</sup> 李廷全<sup>2</sup> 李百超<sup>2</sup> 董杰<sup>1</sup>

(1 黑龙江省气象科学研究所, 哈尔滨 150030; 2 黑龙江省气象局, 哈尔滨 150001)

**摘要** 通过黑龙江省 1949~2006 年粮食产量结构分析及近 30 年的粮食单产与 5~9 月气象要素相关分析, 得出黑龙江省粮食总产的波动主要取决于粮食作物平均单产波动及作物种植结构的调整。1949 年以来, 在粮食作物中, 玉米和大豆所占比例变化不大, 水稻呈逐年增加的趋势, 春小麦在 20 世纪 90 年代以前呈逐步增加的趋势, 而 90 年代以后则急速下降; 水稻的单产最高, 其次是玉米, 再次是春小麦, 大豆单产最低; 从单产的增减趋势来看, 各种粮食作物单产基本呈逐步增长的趋势。影响黑龙江省粮食产量丰歉的主要气象因子为 6 月平均温度、9 月降水量、5 月和 6 月日照时数。

**关键词** 粮食产量 种植结构 气象因子

## 引言

黑龙江省南北跨越 10 个纬度, 地域广阔, 气候多变<sup>[1]</sup>, 粮食产量的构成复杂, 是我国最大的商品粮基地之一, 每年向国家提供  $20 \times 10^8$  kg 以上的商品粮。为了更准确预报粮食产量, 更好地为有关政府部门服务, 了解粮食产量的构成及各成分所占的份额<sup>[2]</sup>是必要的。本文从各种粮食作物不同时期的单产及总产, 对粮食产量的构成进行分析, 在此基础上, 分析与产量关系较为密切的气象因子, 为产量预报决策服务提供依据。

## 1 黑龙江省粮食总产量结构分析

### 1.1 粮食总产的时间变化特征

1949~2006 年, 黑龙江省粮食总产量大体经历了 5 个阶段: 逐步恢复阶段(1949~1958 年)、急剧下降阶段(1959~1961 年)、稳定增长阶段(1962~1999 年)、波动阶段(2000~2003 年)和快速增长阶段(2004~2006 年)。第 1 阶段以平均每年 5.7% 的速度增长; 第 2 阶段则以年平均 17.1% 的速度急速下降; 第 3 阶段的个别时段尽管有小幅回调, 但总体上以年均 6.5% 的速度稳步增长; 第 4 阶段则在 2000 年及 2003 年急剧下降, 降幅分别为 17.2% 和 14.6%, 而 2000 年和 2001 年则有所回升; 第 5 阶段

平均每年以 14.9% 的速度急剧增长(图 1)。

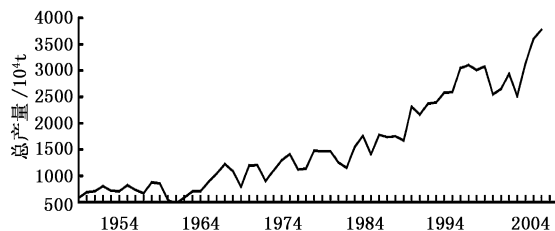


图 1 黑龙江省 1949~2006 年粮食总产量变化曲线

粮食作物总产量的年际变化是由平均单产的年际变化(面积不变)、总面积的年际变化(单产不变)和二者的交互作用共同影响的, 采用下面的公式分析总面积和平均单产对总产量的平均影响程度<sup>[3]</sup>。

$$A = \sum_{1950}^{2006} |\Delta Y_i S_{i-1}| + \sum_{1950}^{2006} |\Delta S_i Y_{i-1}| + \sum_{1950}^{2006} |\Delta Y_i \Delta S_i| \quad (1)$$

$$A_Y = \left( \sum_{1950}^{2006} \frac{|\Delta Y_i S_{i-1}|}{A} \right) \times 100\% \quad (2)$$

$$A_S = \left( \sum_{1950}^{2006} \frac{|\Delta S_i Y_{i-1}|}{A} \right) \times 100\% \quad (3)$$

$$A_{YS} = \left( \sum_{1950}^{2006} \frac{|\Delta Y_i \Delta S_i|}{A} \right) \times 100\% \quad (4)$$

式中  $A$  为中间变量,  $A_Y$ 、 $A_S$ 、 $A_{YS}$  分别为平均单产、总面积及其交互作用对总产量变化的影响程度。

黑龙江省气象局重点项目“黑龙江省生态与农业气象监测预警评估服务系统”(ZD2006-03)资助

作者简介:王萍,女,1976年生,在读研究生,工程师,主要从事农业气象工作,Email:nqzxp@163.com

收稿日期:2007年7月17日;定稿日期:2007年11月24日

$\Delta S_i = S_i - S_{i-1}$ ,  $\Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1}$ ,  $S_i$  和  $Y_i$  分别表示该年粮食作物的播种面积和平均单产。

计算结果为:  $A_Y = 90.65\%$ ,  $A_S = 7.01\%$ ,  $A_{YS} = 2.34\%$ 。用同样的方法计算 20 世纪 90 年代(1991~2000 年)及 21 世纪初(2001~2006 年)三者的影响, 结果为:

1991~2000 年:  $A_Y = 93.15\%$ ,  $A_S = 5.04\%$ ,  $A_{YS} = 1.81\%$ 。

2001~2006 年:  $A_Y = 84.93\%$ ,  $A_S = 11.72\%$ ,  $A_{YS} = 3.35\%$ 。

从以上结果可以看出, 1949 年以来, 平均单产的变化在粮食总产量的变化中起着决定性的作用。进入 20 世纪 90 年代, 平均单产的作用更加明显, 而面积的影响则有减弱趋势。进入 21 世纪, 平均单产的影响减弱, 但仍然起着决定性的作用, 面积的影响及平均单产和面积的交互作用增强。

## 1.2 粮食总产的结构变化特征

黑龙江省粮食总产由春小麦、水稻、玉米、大豆和其它作物(杂粮、杂豆、薯类等)产量构成, 分别计算不同时段各种作物产量占粮食总产的百分比(表 1)。可以看出不同时期各类作物产量在粮食总产中所占的百分比是不同的。从时间横向来看: 20 世纪 50 年代玉米、大豆和其它作物的所占比例较高; 60、70 年代, 除水稻外的其它作物所占比例均较高, 其中玉米处于领先地位; 80 年代除玉米占绝对优势外, 其它的各种作物相当; 进入 90 年代, 玉米及水稻所占比例比较高; 21 世纪以来的几年中, 水稻和玉米所占比例不分上下, 大豆次之, 小麦及其它作物所占比例较少。从时间纵向来看: 1949 年以来, 玉米和大豆所占比例变化不大, 水稻呈逐年增加的趋势, 春小麦在 20 世纪 90 年代以前呈逐步增加的趋势, 而 90 年代以后则急速下降, 其它粮食作物的比重则逐年减小, 至 21 世纪初, 趋于稳定。

表 1 不同时段主要作物产量占粮食总产的百分比 %

年代	水稻	春小麦	玉米	大豆	其它
1949~1960	5.97	9.43	28.38	20.84	35.38
1961~1970	3.95	15.96	31.32	18.16	30.61
1971~1980	4.31	20.82	39.08	14.32	21.47
1981~1990	10.20	22.03	35.26	18.75	13.76
1991~2000	23.18	11.57	41.80	16.56	6.89
2001~2006	34.58	2.66	35.13	19.92	7.71

利用式(1)~(4)计算不同时期各种作物单产波动、面积调整及其交互作用对粮食总产变化的影响, 结果如表 2 所示。由表 2 可以看出: 平均来看, 单产波动是影响粮食总产变化的主要原因, 但其影响程度逐渐减小, 面积调整也就是作物种植结构的调整对其总产量变化的影响逐渐加大, 自 20 世纪 90 年代以来面积调整占主导地位。综上所述, 黑龙江省粮食总产的波动取决于粮食作物平均单产波动及作物种植结构的调整。

表 2 单产波动和面积调整对粮食总产的影响 %

年代	单产波动	面积调整	交互作用
1949~1960	57.66	37.13	5.21
1961~1970	64.97	29.56	5.46
1971~1980	69.21	25.96	4.83
1981~1990	58.16	35.42	6.42
1991~2000	44.23	50.39	5.38
2001~2006	36.33	59.47	4.20
平均	55.09	39.66	5.25

## 2 粮食作物平均单产变化

### 2.1 粮食作物平均单产时间变化特征

图 2 给出了黑龙江省 1949~2006 粮食作物平均单产和同期主要粮食作物(水稻、小麦、玉米、大豆)平均单产的变化曲线。由图 2 可以看出: 粮食作物平均单产和同期主要粮食作物平均单产均呈显著的上升趋势, 并始终保持同步变化, 2006 年与 1949 年相比, 两者分别增长了 71.32% 和 71.93%, 平均每年增长 3.61% 和 3.68%, 二者的变化特征基本保持一致。

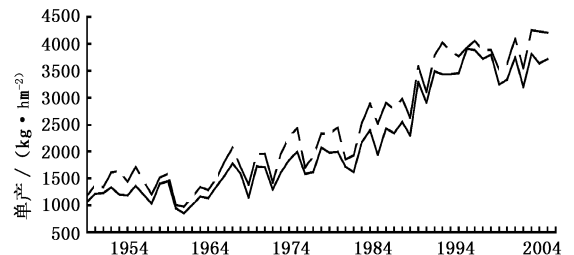


图 2 黑龙江省 1949~2006 年粮食作物平均单产(实线)与主要粮食作物平均单产(虚线)对比

### 2.2 主要粮食作物单产变化特征

各类作物单位面积产量的不同和种植结构的调整, 影响着黑龙江省粮食平均单产。表 3 给出了

1949 年以来不同时期黑龙江省主要粮食作物的单产。从表 3 可以看出:水稻的单产最高,其次是玉米,再次是春小麦,大豆最低。从增长情况看,1949 年以来,各种粮食作物单产基本呈逐步增长的趋势,只是在 20 世纪 60 年代水稻稍有下降,21 世纪初,大豆的单产稍有下降。从增产幅度来看,春小麦增产幅度最大,达到 280%,玉米次之为 201%,再次为水稻 182%,大豆为最低,仅 71%。

表 3 黑龙江省粮食和各种作物平均单产  $\text{kg}/\text{hm}^2$

年代	粮食平均单产	水稻	春小麦	玉米	大豆
1949~1960	1219	2266	826	1532	1070
1961~1970	1331	2138	1160	1657	1119
1971~1980	1771	2982	1503	2625	1201
1981~1990	2276	3925	1951	3310	1457
1991~2000	3527	5650	2586	5046	1840
2001~2006	3576	6391	3135	4613	1831
增长幅度/%	193	182	280	201	71

### 3 粮食作物产量丰歉与气象条件的关系

#### 3.1 气象因子对粮食作物产量的影响分析

全球气候变暖是气候变化的主要趋势,随着气候变暖<sup>[4]</sup>,各气候要素也随之变化。由于黑龙江省的地理位置有其特殊性,各气象要素对作物的生长发育和产量形成的影响也有其特点<sup>[5]</sup>,同一因子,不同地区,其作用不同;同一地区,不同因子,其作用亦不同。从黑龙江省粮食产量来看,单位面积产量主要受土壤类型、作物品种、农业投入、环境气象因子等因素的影响。相邻两年间,土壤类型、作物品种、农业投入均相对较稳定,而据研究环境气象因子成为决定相邻两年间单位面积产量波动的主要影响因素<sup>[6]</sup>。为了综合、准确、简单地阐述气象条件对黑龙江省粮食产量的影响,选取农区 62 个气象站的月平均温度、月降水量、月日照时数,对 1971~2000 年相邻两年的 5~9 月的月平均温度、月降水量、日照时数的差异与相邻两年粮食作物单产增减产百分率进行相关分析。其结果表明:黑龙江省粮食作物单产与 6 月平均温度、9 月降水总量、5 月和 6 月日照时数关系显著,其次是 7 月平均温度、9 月平均温度、7 月降水总量、7 月日照时数、8 月日照时数和 9 月日照时数,影响最小的是 5 月平均温度、8 月平均温度、5 月降水总量、6 月降水总量和 8 月降水总量,也

就是说 6 月平均温度的高低、9 月降水量的多少、5 月和 6 月日照时数的多少是影响黑龙江省粮食产量丰歉的主要因子,6 月平均温度为正相关,9 月降水量、5 月日照时数、6 月日照时数均为负相关。

#### 3.2 影响各种作物产量丰歉的气象因子

通过计算黑龙江省相邻两年的气象条件(5~9 月各月平均温度、5~9 月各月降水量、5~9 月各月日照时数)的差异与主要粮食作物(水稻、小麦、玉米、大豆)相邻两年粮食作物单产增减产百分率的相关系数,得出水稻产量的丰歉与 8 月平均温度、7 月日照时数和 9 月日照时数关系较为密切,均呈正相关。春小麦的产量与 6 月日照时数相关系数较大,呈负相关。影响玉米产量丰歉的主要因子为 6 月平均温度、5 月日照时数、6 月日照时数,与 6 月平均温度呈正相关,与 5 月和 6 月日照时数呈负相关。大豆产量的丰歉与 6 月平均温度、9 月降水量、6 月和 8 月日照时数关系较为密切,与 6 月平均温度呈正相关,与 9 月降水量、6 月和 8 月日照时数呈负相关。

### 4 结语

黑龙江省粮食总产的波动主要取决于粮食作物平均单产波动;在总面积不变或变化较小的情况下,粮食总产量波动主要取决于粮食作物之间播种面积的调整,特别是从 20 世纪 90 年代以来,这一特征更加明显。因此,农业气象产量预报应着重考虑面积调整的影响。影响黑龙江省粮食作物及主要粮食作物产量丰歉的主要气象因子是 6 月平均温度、9 月降水总量、5 月和 6 月日照时数。本文结果可以为黑龙江省产量预报决策服务提供依据,但是对于粮食产量丰歉的定量评估有待进一步深入研究。

### 参考文献

- [1] 陈立亭,孙玉亭. 黑龙江省气候与农业[M]. 北京:气象出版社, 2000.
- [2] 王建林,太华杰. 中国粮食产量结构分析与丰歉评估[J]. 气象, 1998,24(12):7-12.
- [3] 张宇. 近 40 年来我国粮食产量变化特征初步分析[J]. 中国农业气象,1995,16(3):1-4
- [4] 汪宏宇,龚强. 东北地区作物生长季降水异常特征分析[J]. 气象科技,2005,33(4):345-349.
- [5] 孙玉亭,祖世亨,曹英,等. 黑龙江省农业气候资源及其利用[M]. 北京:气象出版社,1986.
- [6] 杨霏云,王建林. 晚稻单产动态预测方法研究[J]. 气象科技, 2005,33(5):433-436.

# Analysis of Yield Components and Meteorological Factors Affecting Yields in Heilongjiang Province

Wang Ping<sup>1</sup> Na Jihai<sup>1</sup> Zhu Haixia<sup>1</sup> Yan Ping<sup>1</sup> Ji Yanghui<sup>1</sup>

Li Tingquan<sup>2</sup> Li Baichao<sup>2</sup> Dong Jie<sup>1</sup>

(1 Heilongjiang Provincial Institute of Meteorology, Harbin 150030;

2 Heilongjiang Provincial Meteorological Bureau, Harbin 150001)

**Abstract:** An analysis is made of yield components, correlation between 30-year yield per unit and meteorological factors in summer (May to September) in Heilongjiang Province by means of 50-year grain production data of Heilongjiang Province. The results show that the fluctuation of the total grain yield is attributed to the fluctuation of average total grain yield per unit and the structural adjustment of planting structure. Since 1949, the proportions of corn and soybean yields to total grain yield have been almost kept unchanged, and the rice yield has been increasing year by year. The spring wheat yield presented a gradually increasing trend from 1949 to 1990, but sharply decreased since 1991. The yield per unit of rice was the highest, that of corn the second, spring wheat the third, and soybean the lowest. Comparison of grain yield per unit shows that there was a gradually increasing trend for various crops. The sunshine and temperature were major meteorological factors that influence grain yields in Heilongjiang Province.

**Key words:** crop yield, yield component, meteorological factor

## 欢迎订阅 2008 年《气象科技》、《气象科技合作动态》、 《中国气象科学研究院年报》

《气象科技》由中国气象科学研究院、北京市气象局、大气探测技术中心、国家卫星气象中心及国家气象信息中心联合主办。报道大气科学和相关科学各领域新理论、新方法和新技术,也刊载反映大气科学各领域发展水平的综合评述。报道内容:预报理论与方法、天气与气候分析、气候与全球变化、大气物理与大气化学、应用气象(城市与环境气象、人工影响天气、农业与生态气象等)、探测技术、计算机信息与网络技术、防灾减灾等。欢迎气象部门和相关学科的业务、科研、技术开发人员以及相关院校师生投稿和订阅。《气象科技》为大 16 开本双月刊,全年定价:120 元。

《气象科技合作动态》介绍各国气象局的综合概况及我国与其他国家在气象科技领域的合作、交流情况,双月刊,全年定价:30 元。

《中国气象科学研究院年报》(中英文对照),反映该院研究和领域内的新成果和新进展以及该年度内的重大学术活动,每年 1 期,定价:30 元。

全年随时订阅。

**联系地址:**北京市海淀区中关村南大街 46 号中国气象科学研究院,《气象科技》编辑部

**邮政编码:**100081, **电话:**(010)68407256, **Email:** qxkj@cams.cma.gov.cn

**户名:**中国气象科学研究院, **账号:**11001028600056086013, **开户行:**建行北京白石桥支行