

# 茂名气候及其生产力变化与粮食产量关系研究

武君 于晋秋 黄冬至  
(广东省茂名市气象局, 茂名 525000)

**摘要:** 采用茂名山阁气象站1960—2010年气象资料, 对气候因子和气候生产力的变化趋势进行分析。结果表明: 气温和降雨量呈递增趋势, 日照时数缓慢递减。气候生产力以 $21.3 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 的速度递增, 与各气候因子都具有相关性, 其中与年平均气温的相关系数达0.99, 明显高于其他因子。粮食单产与同期气候生产力变化趋势相同, 各气候因子通过对气候生产力的影响间接影响粮食产量。在气候变暖的大背景下, 降雨对气候生产力的增幅并不明显, 还需要合理利用水资源才能使茂名的气候优势更稳定。

**关键词:** 气候变化, 气候生产力, 粮食产量, 茂名

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.03.011

## Analysis on the Relationship Between the Change Trend of Climate, Climate Productivity and Grain Yield in Maoming

Wu Jun, Yu Jinqiu, Haung Dongzhi  
(Maoming Meteorological Bureau, Maoming, 525000)

**Abstract:** Based on meteorological data from 1960 to 2010 at Shange Weather Station in Maoming, the change trend of climatic factors and climate productivity of Maoming City was analyzed. Results show that the temperature and rainfall had an increasing trend, but the sunshine hours slowly decreased. Climate productivity of Maoming increased at the rate of  $21.3 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$  was related to the climatic factors. The correlation coefficient with annual average temperature reached 0.99, which was obviously higher than other elements. The change trend of grain yield per unit area was the same as that of climatic productivity in the same period and climatic factors could indirectly affect grain yield by affecting climatic productivity. Under the background of climate warming, the increase of climate productivity caused by rainfall in Maoming was not obvious, so it is necessary to make rational use of water resources in order to make the climatic advantages of Maoming more stable.

**Keywords:** climate change, climate productivity, grain yield, Maoming

### 0 引言

近年来有关气候变化对中国农业影响的研究受到学术界越来越广泛的关注, 研究的结论并不一致。一方面, 一些研究<sup>[1-2]</sup>表明, 气候变暖使中国大部分地区热量资源增多, 使得作物单产有所增加; 另一方面, 也有研究<sup>[3]</sup>表明, 气候变暖后土壤微生物分解有机质速度加快, 这样在相同的农业栽培技术条件下必然会造农作物生育期缩短和农田地力下降, 使农作物产量下降, 导致农业减产减收。目前还没有对茂名气候生产力状况及其与农作物产量关系方面的研究, 预计本文的研究成果对茂名农业产业应对气候变化将起到促进作用。

### 1 资料和方法

采用茂名山阁国家气象观测站1960—2010年的逐月平均气温、降水量以及日照时数等资料进行气候以及气候生产力的变化趋势分析; 采用茂名统计局年鉴确定粮食产量以及耕地面积等数据。

计算气候生产力的方法很多, 常用的计算模型有Miami模型、Memorial模型、Chikugo模型、筑后数学模型等<sup>[4-6]</sup>。本文选用了Thorntwaite Memoria气候生产力模型, 该模型是根据世界各地植物生物产量与年平均气温、年降水量之间的关系, 用实际蒸发散量估算气候生产力, 具体公式参见文献[7-8]。

### 2 结果

#### 2.1 茂名气候变化趋势

从茂名山阁气象站1960—2010年的年平均气温变化趋势(图1a)来看, 茂名年平均气温以 $0.12 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ a}$

收稿日期: 2019年5月9日; 修回日期: 2019年8月22日  
第一作者: 武君(1982—), Email: 94028672@qq.com  
资助信息: 茂名市气象局科研项目(201701)

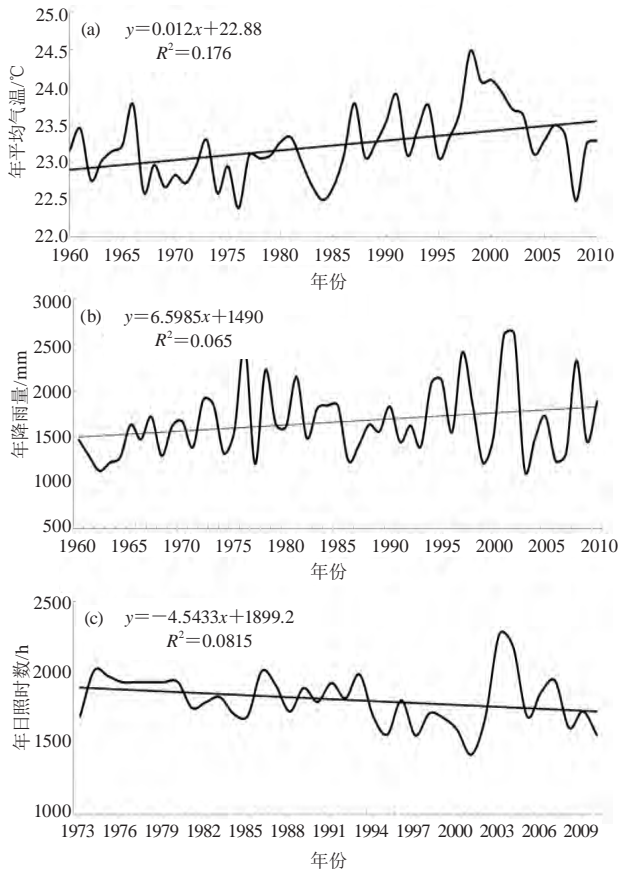


图1 茂名气候变化趋势

(a) 年平均气温, (b) 年降雨量, (c) 年日照时数  
Fig. 1 The trends of climatic factors in Maoming  
(a) annual average temperature, (b) annual precipitation, (c) annual sunshine hours

的速度递增, 1995年以后变化幅度明显增大; 年降雨量变化(图1b)与气温变化趋势大致相同, 以65.985 mm/10 a的速度递增; 年日照时数(图1c)与年平均气温、年降雨量的变化趋势相反, 呈减少趋势, 递减率为45.433 h/10a。

分析茂名各气候因子年代际变化趋势, 发现20世纪80年代前年平均气温为负距平, 90年代后为正距平; 年降雨量20世纪60、80年代为负距平, 70年代正常, 90年代和21世纪00年代为正距平; 年日照时数20世纪70—80年代为正距平, 90年代后为负距平。

## 2.2 茂名气候生产力以及相对应的粮食产量年代际变化趋势

模型计算结果(图2)表明, 1960—2010年茂名气候生产力呈上升趋势, 递增率 $21.3 \times 10^3 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。从茂名气候生产力年代际变化趋势(表1)来看, 20世纪90年代最高, 21世纪00年代次之, 距平百分率分别为2.4%和1.0%。

茂名粮食单产的年代际变化趋势与气候生产力变

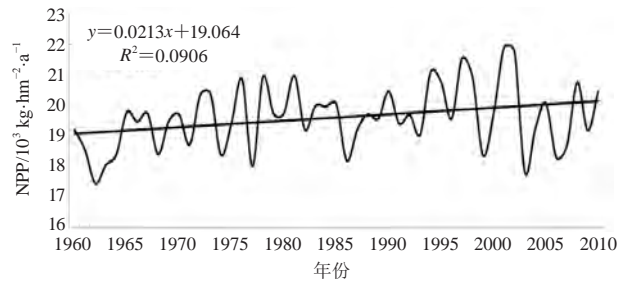


图2 茂名市气候生产力变化趋势

Fig. 2 The trend of climate productivity in Maoming

表1 气候生产力以及对应粮食产量的年代际变化

Table 1 The decadal trends of climate productivity and grain yield

年代	气候生产力/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	距平/%	粮食单产/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	距平/%
20世纪60年代	18857.3	-3.9	1705.3	-39.9
20世纪70年代	19653.1	0.2	2176.8	-23.3
20世纪80年代	19664.3	0.2	3152.1	11.1
20世纪90年代	20089.4	2.4	3642.1	28.4
21世纪00年代	19809.4	1.0	3509.4	23.7

化趋势基本一致, 20世纪60—70年代为负距平, 90年代的粮食单产最高, 到了21世纪00年代有所下降。

## 2.3 茂名各气候因子对气候生产力的影响

通过将各气候因子与气候生产力做相关分析(表2)可知, 年平均气温与同期气候生产力的相关系数高达0.99 ( $P < 0.001$ )。与8月、10—12月、1—4月的月平均气温的相关系数通过了0.01的显著性水平检验; 与7月的降雨量以及7、9、11月的日照时数的相关系数通过了0.05的显著性水平检验, 说明茂名气候生产力的高低与某些月份的平均气温、降水量以及日照时数等气候因子都有着直接的关系, 与年平均气温的相关系数明显高于其他气候因子。

表2 气候因子与气候生产力的相关性

Table 2 The correlation between climatic factors and climatic productivity

气候因子	与气候生产力的相关系数
月日照时数(7、9、11月)	-0.34*~-0.47**
月降水量(7月)	0.35*
年平均气温	0.99***
月平均气温(8月、10—12月、1—4月)	0.39~0.59**

注: \*, \*\*, \*\*\*分别表示显著性水平达0.05、0.01、0.001。

然后, 在气温以及降水量1960—2010年多年平均值的基础上, 研究了它们增加或减少时气候生产力的变化情况(表3)。结果表明, 年平均气温、年降雨量与气候生产力变化趋势一致。如果年降雨量保持平均水平, 年平均气温改变 $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , 气候生产力改变1.1%; 年平均气温改变 $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 变平气候生产力改变

表3 气候变化条件下茂名气候生产力距平百分率  
Table 3 Percentage of climate productivity anomaly in Maoming under climate change conditions

年平均气温变化/% 气候生产力距平百分率/%	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5
年降雨量变化/%							
-30	-12.9	-12.0	-11.2	-10.4	-9.6	-8.9	-8.2
-20	-9.0	-8.0	-7.0	-6.1	-5.2	-4.3	-3.5
-10	-6.0	-4.8	-3.7	-2.7	-1.7	-0.7	0.3
0	-3.6	-2.3	-1.1	0.0	1.1	2.2	3.2
10	-1.6	-0.3	0.9	2.2	3.4	4.5	5.7
20	-0.1	1.3	2.6	3.9	5.2	6.4	7.6
30	1.1	2.6	4.0	5.4	6.7	8.0	9.3

2.2%左右；年平均气温改变1.5℃，气候生产力变化-3.6%~3.2%。如果年平均气温保持平均水平，年降雨量变化1成，气候生产力变化-2.7%~2.2%；年降雨量变化2成，气候生产力变化-6.1%~3.9%；年降雨量变化3成，气候生产力的变化为-10.4%~5.4%。

如果年平均气温升高0.5℃，同时年降水量增加1成，气候生产力会增加3.4%；年平均气温升高1℃，年降水量增加2成，气候生产力会增加6.4%；由此可见，偏“暖湿”气候有利于植物干物质的积累<sup>[9]</sup>。而年平均气温升高0.5℃时，如果年降水量减少1成，气候生产力会降低1.7%，年降水量减少3成，气候生产力则会降低9.6%，说明气候偏“暖干”时会加剧水分不足，造成植物生物产量下降。

如果年平均气温降低0.5℃，同时年降水量增加1成，气候生产力增加0.9%；年平均气温降低1℃，年降水量增加2成时，气候生产力则会增加1.3%，说明在偏“冷”的背景下，降雨对气候生产力的增幅并不明显；而年平均气温降低0.5℃，年降水量减少1成时，气候生产力会降低3.7%，当年平均气温降低1.0℃，年降水量减少2成时，气候生产力更会降低8%，气候偏“冷干”时对气候生产力是最不利的。

### 3 小结

茂名气候生产力的高低与某些月份的气温、降水量以及日照时数等气候因子都有着直接的关系，其中与年平均气温的相关系数达0.99，明显高于其他气候因子。通过分析未来气候因子的虚拟变化对气候生产力影响可知，在一定条件下，气温越高、降水越多，气候生产力就越高，说明茂名气候在向偏暖湿方向发展时对粮食生产是最有利的。不过由于茂名地区雨量的波动比较大，在气候变暖的大背景下，降雨对气候生产力的增幅并不太明显，而气温上升会增强田间土壤蒸散能力<sup>[10]</sup>，所以还需要合理利用水资源才能使茂名的气候优势更稳定。

尽管文中研究取得了一些有意义的结论，但还存在一些局限。首先该研究所选用的站点仅为国家基准站，这可能对研究结果有所影响，其次，对未来的气候变化的趋势，特别是降水量的变化，还有较大不确定性，特别是区域尺度下降水和气温的组合关系是否协调，会直接影响气候生产力的状况<sup>[10]</sup>。因此，关于茂名地区气候变化对气候生产力影响的研究还有待进一步深入。

#### 参考文献

- 赵俊芳, 郭建平, 马玉平, 等. 气候变化背景下我国农业热量资源的变化趋势及适应对策. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2922-2930
- 陈兆波, 董文, 霍治国, 等. 中国农业应对气候变化关键技术研究进展及发展方向. 中国农业科学, 2013, 46(15): 3097-3104.
- 陈冰, 梁伟杰, 李志杰, 等. 化州气候变化特征及其对农业生产的影响. 气象研究与应用, 2009, 20(2): 153-154.
- 刘洪杰. Miami模型的生态学应用. 生态科学, 1997, 16(1): 52-55.
- 周广胜, 郑元润. 自然植被净第一性生产力模型及其应用. 林业科学, 1998, 34(5): 2-11.
- 侯光良, 游松才. 用筑后模型估算我国植物气候生产力. 自然资源学报, 1990, 5(1): 60-64.
- 杨文坎, 李湘阁. 越南北方气候与气候生产力变化的研究. 南京气象学院学报, 2003, 26(4): 504-515.
- 姚玉璧, 李耀辉, 王毅荣, 等. 黄土高原气候与气候生产力对全球气候变化的响应. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 202-208.
- 周广胜, 张新时. 全球气候变化的中国自然植被的净第一性生产力研究. 植物生态学报, 1996, 20(1): 11-19.
- 安彬, 孙虎, 刘宇峰, 等. 陕西省气候及其生产潜力时空变化特征. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2014, 42(3): 103-108.

(上接65页)

- 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2012, 4(4): 321-325.
- 王培娟, 谢东辉, 张佳华, 等. 长白山森林植被NPP主要影响因子的敏感性分析. 地理研究, 2008, 27(2): 323-331.
- 江洪, 汪小钦, 孙为静. 福建省森林生态系统NPP的遥感模拟与分析. 地球信息科学学报, 2010, 12(4): 580-586.
- 赵鑫, 王萍. 基于MODIS的2008—2017年青岛市植被覆盖度动态变化分析. 北京测绘, 2018, 32(10): 1133-1137.
- 李登秋, 张春华, 居为民, 等. 江西省森林净初级生产力动态变化特征及其驱动因子分析. 植物生态学报, 2016, 40(7): 643-657.
- 赵颖慧, 吕泓辰, 甄贞, 等. 黑龙江省气象因子插值优化及与落

- 叶松NPP相关性分析. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(3): 1-9.
- 刘海柱, 唐旭利, 周国逸, 等. 1981—2000年广东省净初级生产力的时空格局. 生态学报, 2006, 27(10): 4065-4074.
- 刘晨晨, 曹广真, 张明伟, 等. 时空尺度对利用MODIS地表温度估算空气温度的影响研究. 遥感技术与应用, 2014, 28(5): 459-466.
- 刘宪锋, 潘耀忠, 朱秀芳, 等. 2000—2014年秦巴山区植被覆盖时空变化特征及其归因. 地理学报, 2015, 70(5): 705-716.
- 赵卓文, 张连蓬, 王胜利. 宁夏归一化植被指数与气象因子的相关性. 测绘科学, 2016, 41(7): 98-103.