

陕西省户县气候生产潜力分析^{*}

张宏利^{1,2}, 陈豫³, 胡伟⁴, 杨改河⁵

(1. 陕西省西安市气象局, 西安 710016; 2. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100; 3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 4. 新疆生产建设兵团农五师八十一团, 新疆 博乐 833411; 5. 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 利用户县 1971–2000 年逐年年平均日照时数、年平均气温、年平均降水量、年平均蒸发量资料, 计算分析了户县的光合、光温、光温水生产潜力并提出了提高气候生产潜力的措施。结果表明: (1) 户县在这 30 a 的时间里光合、光温生产潜力总体呈减小趋势, 而光温水生产潜力总体趋势略升; (2) 光合生产潜力 7 月最高, 3–10 月占年光合生产潜力的 79.1%, 是农作物生产的最重要时期; (3) 户县历年各月光温水生产潜力等值线变化剧烈, 农作物整个生育期中水因子制约作用超过了温度因子; (4) 冬半年使用温室技术、夏半年增强作物水资源供给是户县气候生产潜力提高的有效措施。

关键词: 户县; 气候生产潜力; 光合生产潜力

中图分类号: S162.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0111-04

Analysis on Climatic Poteatial Productivity in Hu County of Shaanxi Province

ZHANG Hong-li^{1,2}, CHEN Yu³, HU Wei⁴, YANG Gai-he⁵

(1. Xi'an County Meteorological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710016, China; 2. The college of Resource and Environment, Northwest A & Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Forestry college, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi, 712100, China; 4. Xinjiang Production and Construction Corps Agricultural 5th Division 81 Regiment, Bole, Xinjiang 833411, China; 5. The College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The photosynthetic productive potential, light-temperature potential productivity and light-temperature-water potential productivity were calculated and analyzed by using the data of annual average sunshine hours, temperature, precipitation and evaporation from 1971 to 2000 in Hu County of Shaanxi Province. The results showed that: (1) The photosynthetic productive potential, light-temperature potential productivity, which showed a decreasing tendency and the light-temperature-water potential productivity, which showed an increasing trend with in 30 years; (2) The photosynthetic productive potential, maximum appeared in July, from March to October, it is an important period in the crop production. (3) The contour line of monthly mean light-temperature productive potential change greatly in Hu County, the water factors were the more controllable than temperature. (4) Using greenhouse technology in winter and supplying water resources in summer are effective measures of improving climatic potential productivity in Hu County of Shaanxi Province.

Key words: Hu County; climatic potential productivity; photosynthetic productive potential

气候生产潜力是指在一定的光、温、水资源条件下, 其它的环境因素(二氧化碳、养分等)和作物群体

因素处于最适宜状态, 作物利用当地的光、温、水资源的潜在生产力。气候生产潜力的大小能够反映地

* 收稿日期: 2008-07-29

基金项目: 国家重大基础预研项目(2005CCA05300); 科技成果转化项目(05EFN217100423)

作者简介: 张宏利(1964–), 男, 陕西城固县人, 农业推广在职硕士, 主要从事农业气象方面的研究。E-mail: zhl669@sina.com

通信作者: 杨改河(1957–), 男, 陕西耀县人, 教授, 博士生导师, 主要从事资源与环境生态方面的研究与教学。E-mail: ygh@nw.suaf.edu.cn

光、温资源的配合效果^[1-2]。

气候生产潜力的研究可以明确不同气候要素对作物生产力的影响程度。气候生产潜力的计算方法已基本成熟,但研究大多是对某个地区气候生产潜力空间分布特点和平均状态的表述,而很少涉及到一个地区气候生产潜力在较大时间尺度上不同季节的变化特点。本文以陕西户县为例对我国西部干旱、半干旱区气候生产潜力进行研究,通过 30 a 逐月气候生产潜力的计算,对比分析气候生产潜力与作物实际单产之间的差距,找出作物生长的主导限制因素,为提高我国西部干旱、半干旱区气候资源利用率及农业资源综合开发利用提供科学依据。

1 资料和方法

1.1 资料的选取

选取 1970–2000 年户县逐年年平均日照时数、平均气温、降水量、蒸发量为资料。由于 20 世纪 70 年代陕西资料蒸发量的大面积缺测,在使用户县蒸发量资料时,参考了西安站、天水站资料。在计算户县逐年逐月太阳总辐射时,参考了 20 世纪 80 年代陕西部分县的太阳总辐射的计算模式及数值订正。

1.2 气候生产潜力计算方法

1.2.1 光合生产潜力的计算 农业生产的本质是通过光合作用把太阳能转化为植物体贮藏的生物化学潜能。光合生产潜力是在温度、水分、土壤、品种以及其它农业技术条件处于最佳状态时,完全由光合有效辐射决定的生产潜力^[3]。计算公式为^[4]:

$$y_0 = (\sum Q \times 10^4) \varepsilon \alpha (1 - \gamma) (1 - \rho) (1 - \omega) \varphi / C (1)$$
式中: y_0 ——光合生产潜力(kg/hm^2); $\sum Q$ ——任一时段太阳总辐射(kJ/m^2),取户县每月太阳辐射量; ε ——光合有效辐射比,户县可取值为 0.5; $\alpha = 1 - (R + \beta)$,为吸收率; R ——透射率(取最小值为 0.1); β ——反射率(取最小值为 0.07); γ ——光饱和限制率,取值为零; ρ ——非光合器官的无效吸收率,通常取值为 0.1; ω ——呼吸作用消耗率,取值为 0.3; φ ——量子效率,取值 0.224; C ——干物质的发热率,平均值为 $17.765 \times 10^3 \text{ kJ}/\text{kg}$ 。

1.2.2 光温生产潜力(y_1)的计算 光温生产潜力是指在水分、土壤、品种以及其它农业技术条件都处于适宜条件下,由自然光温条件决定的农作物产量水平,是灌溉农业产量上限,通过在光合生产潜力的基础上进行温度订正可以得到光温生产潜力^[5]。

在光合生产潜力的基础上进行温度订正,计算公式为^[4]:

$$y_1 = y_0 f(T) \tag{2}$$

温度订正系数表达式为^[6]

$$f(T) = e^{K/(T - 20)/10} \tag{3}$$

式中: 当 $T > 20^\circ\text{C}$ 时, $K = -2$; 当 $T < 20^\circ\text{C}$ 时, $K = -1$ 。

1.2.3 气候生产潜力(y_2)的计算 气候生产潜力是指在养分保持最适宜状态下,由光、温度和水分三个因子共同决定的产量。通常对光温生产潜力,进行水分订正就可求得气候生产潜力^[7]。

计算公式为^[4]:

$$y_2 = y_1 f(W) \tag{4}$$

式中: $f(W)$ ——水分订正系数,其表达式为

$$f(w) = \begin{cases} 1 & r \geq E_0 \\ r/E_0 & r < E_0 \end{cases} \tag{5}$$

式中: r ——降雨量(mm); E_0 ——蒸发量(mm)。

1.3 作图方法

本文采用 Surfer 8.0 软件^[8]绘制户县气候生产潜力随时间变化的分布图。Surfer 软件是一个广泛应用于地质、地理、水文、矿山等领域的软件包,可以绘制各类等值线图。具体步骤为:输入数据,形式为 $\{x, y, \text{data}\}$, x 为年份, y 为月份, data 为对应的气候生产潜力($\text{万 kg}/\text{hm}^2$);网格化插值计算采用提供的具有线性变异图、描述数据隐含趋势十分有效的克里格法;在 Surfer 软件主界面中打开地图菜单,选择等值线图,在随后的图形属性对话框里,选择填充、平滑等选项,绘制出等值线图。为直观起见,在填充后的等值线图中,以深色区域代表低值区,浅色区域代表高值区^[9]。

2 气候生产潜力分析

2.1 气候生产潜力月变化特征

户县多年平均各月气候生产潜力计算结果见表 1。由表中可见,光合生产潜力 y_0 是 7 月最高,3–10 月占年光合生产潜力的 79.1%;光温生产潜力 y_1 是 5 月最高,受低温影响,11 月–次年 2 月的光温生产潜力很小,3–10 月占年光温生产潜力的 96.9%,占同期光合生产潜力的 66.5%;光温水生产潜力 y_2 是 9 月最高,受低温旱影响,11 月–翌年 2 月的光温水生产潜力几乎为零,3–10 月占年光温水生产潜力的 97.6%,占同期光温生产潜力的 53.8%。由此可见,3–10 月是户县农作物自然生产的重要时期。

2.2 光合生产潜力年际变化特征

由图 1 可见,1971–2000 年,户县农作物光合生产潜力变化总体呈抛物线型、直线型减少趋势(通过了 0.01 水平的显著检验),减少的倾向率为–555

kg/(hm²·a)。由图 2 可见, 潜力高值区主要分布在 1971–2000 年的 4–9 月, 高值中心出现在 1971–1980 年、1994–1995 年的 6–8 月, 低值中心出现在 1983–1985 年、1992–1994 年、1996 年、1998 年; 1975 年、1985 年、1993 年出现低值区前移, 前移到了生育期的中期(7 月); 总体来看, 整个作物生育期光合潜力基本呈现稳定变化, 变化的周期性比较明显, 个别年份出现整个生育期光合潜力较弱, 如 1984 年、1993 年。

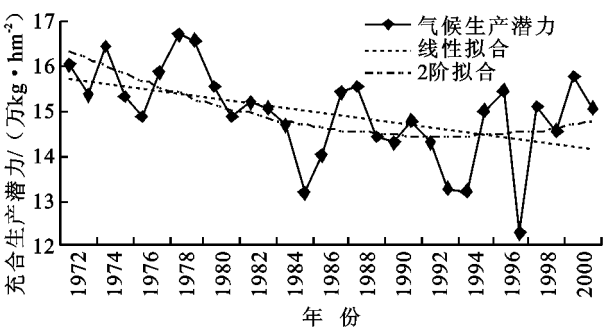


图 1 户县光合生产潜力年变化图

表 1 户县气候生产潜力													万 kg /hm ²
生产潜力	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
y ₀	0.7527	0.8561	1.1711	1.4694	1.7307	1.7445	1.7705	1.6734	1.2488	1.0200	0.7975	0.7000	14.9477
y ₁	0.0155	0.0541	0.2975	1.1018	1.6874	1.0986	0.7670	0.9765	1.2224	0.7148	0.1601	0.0253	8.1210
y ₂	0.0028	0.0121	0.1097	0.4851	0.7658	0.4841	0.4573	0.5193	0.8938	0.5138	0.0829	0.0044	4.3311

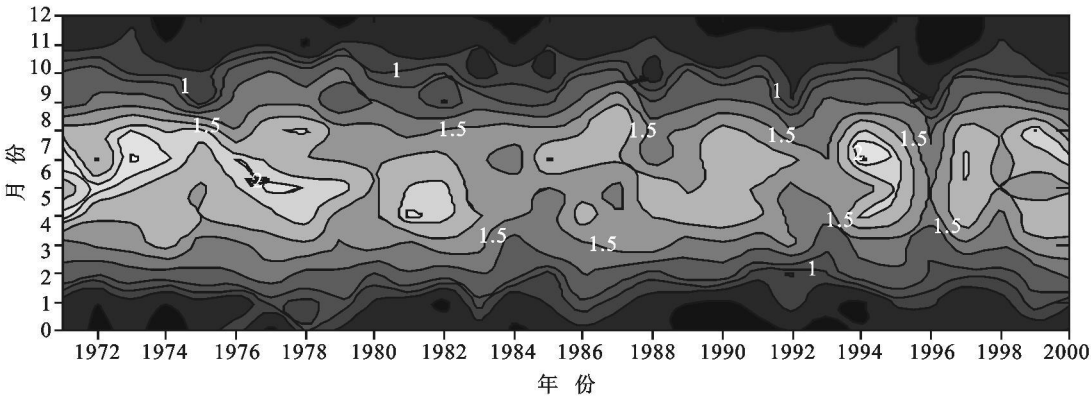


图 2 户县历年各月光合生产潜力等值线图

2.3 光温生产潜力年际变化特征

由图 3 可见, 温度订正之后, 光温生产潜力仍为减少趋势, 变化的 2 阶拟合、线性拟合重合, 减少的倾向率变为–342 kg/(hm²·a)。由图 4 可知, 光温生产潜力分布比图 2 发生了根本变化, 出现了高值中心带 2 个, 出现在历年的 5 月及 9 月, 重点年份为 1978 年、1982 年、1990 年、1995 年; 出现了低值中心带 1 个, 出现在历年的 7–8 月, 重点年份为 1971 年、1981 年、1991 年、1996 年, 可能与洪涝温低、高温有关。

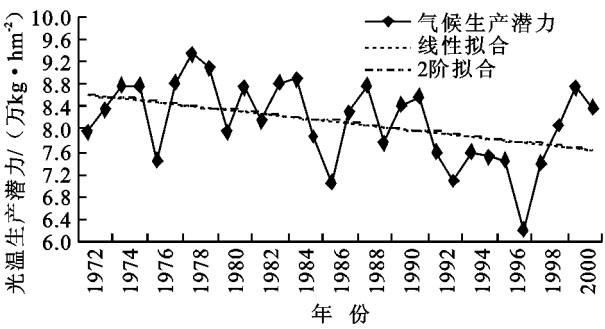


图 3 户县光温生产潜力年变化图

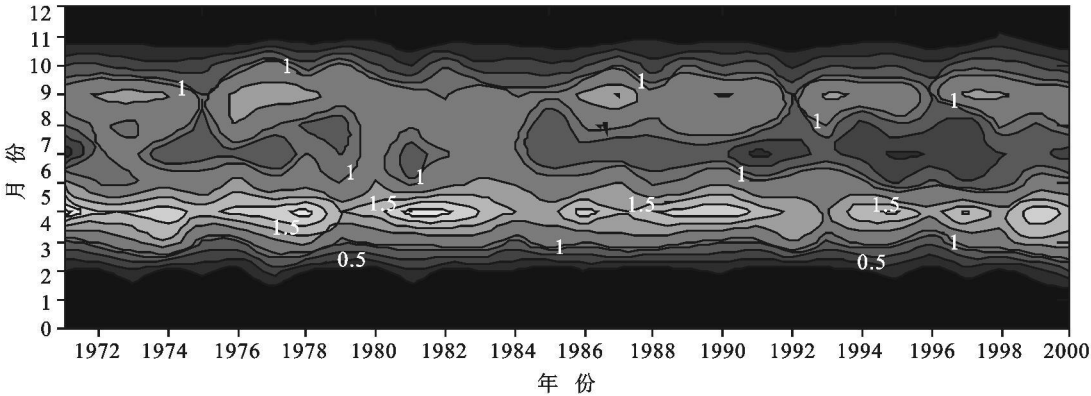


图 4 户县历年各月光温生产潜力等值线图

2.4 光温水生产潜力年际变化特征

由图 5 可见,水分订正后,光温水生产潜力的总体变化比较平缓而略有上升,2 阶拟合、线性拟合基本重合,增加的倾向率变为 $115\text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。由图 6 可见,高值中心带、低值中心带与光温生产潜力相同;受水分不足影响,4–10 月低值区和高值区基本上交替出现,潜力高值区萎缩,高值中心滞后;低值区大面积分布,其中 1971–1982 年 6–7 月、1984–1987 年 7–8 月、1994–1998 年 5–8 月为低值区;高值区总体分布较为零散,但 1983–1984 年全生育期潜力较高是其特点。经过水分修正

之后,最值差比光温潜力高 $1.8\text{ 万 kg}/\text{hm}^2$,说明等值线变化很剧烈,反映了户县农作物整个生育期中水因子制约作用超过了温度因子。

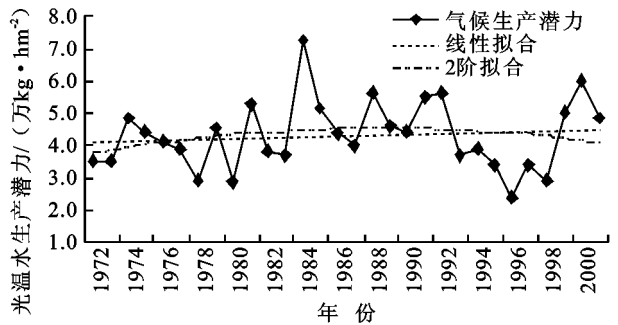


图 5 户县光温水生产潜力年变化图

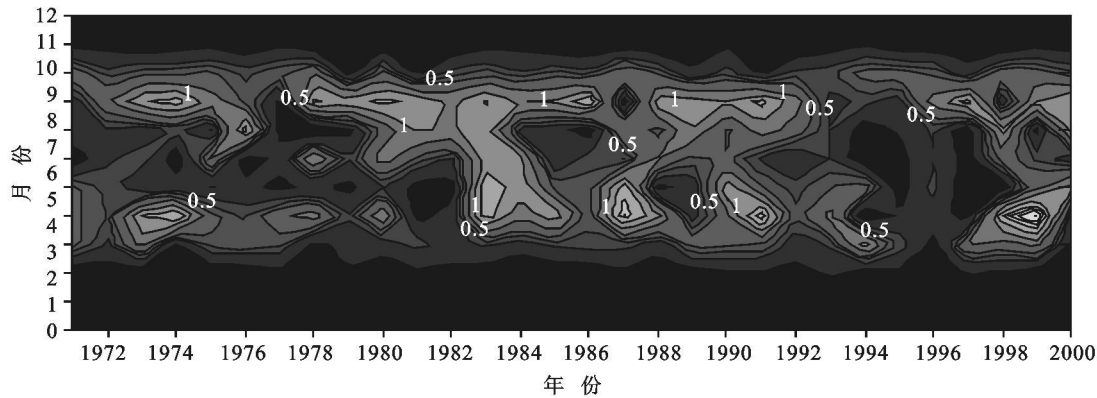


图 6 户县历年各月光温水生产潜力等值线图

3 提高气候生产潜力的措施

根据户县年、月气候生产潜力的变化趋势和特点,冬半年,应当充分利用当地光合生产潜力的资源优势,使用温室技术提高作物的气候生产潜力;夏半年,应当利用高效节水农业技术,通过调整种植结构,提高水资源利用效率,同时加强水源供给,可以减少或减缓水分因子对作物气候生产潜力形成的限制作用,从而提高作物产量。因此,冬半年使用温室技术、夏半年增强作物水资源供给是户县气候生产潜力提高的有效措施。

参考文献:

[1] 邓绥林. 地学辞典[M]. 石家庄: 河北教育出版社, 1992: 623.
[2] 郭建平, 高素华. 东北地区农业气候生产潜力及其开发

利用对策[J]. 气象, 1995, 21(2): 3-9.
[3] 刘引鸽. 关中平原土地利用及农业气候生产潜力分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 21-22.
[4] 朱志辉, 张福春. 我国陆地生态系统的植物太阳能利用率[J]. 生态学报, 1985, 5(4): 343-356.
[5] 王建勋, 朱晓玲, 庞新安. 塔里木河流域主要农作物气候生产潜力分析[J]. 中国农业气象, 2006, 27(2): 76-78.
[6] 陈建文, 贺安乾, 杨碧轩, 等. 陕北、渭北及关中气候生产潜力的估算与分布特征分析[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 113-117.
[7] 康西言, 马辉杰. 河北省气候生产潜力的估算与区划[J]. 中国农业气象, 2008, 29(1): 37-41.
[8] 刘勤, 严昌荣, 何文清. 山西寿阳县旱作农业气候生产潜力研究[J]. 中国农业气象, 2007, 28(3): 271-274.
[9] 曾志雄, 陈慧娴. 如何使用 Surfer8.0 画等值线图[J]. 广东气象, 2006, 28(3): 64-65.