

亚热带东部丘陵山区作物气候生产力研究*

霍治国 张养才 李全胜

(气象科学研究院农业气象研究所)

提 要

本文根据1983年4月—1986年3月三年山区梯度观测资料,综合考虑山区光、热、水农业气候资源匹配关系,建立不同山区、坡向、高度的作物气候生产力估算模式。模式中对山区温度、降水、日照等气象要素进行了修正。运用模式估算了不同山区、坡向、高度的水稻、玉米、冬小麦气候生产力。计算结果:亚热带东部丘陵山区单、双季稻、夏玉米气候生产力一般南坡大于北坡,西坡大于东坡;春玉米、冬小麦一般北坡大于南坡,东坡大于西坡。双季晚稻气候生产力大于双季早稻,夏玉米大于春玉米(神农架山区除外)。应该指出,目前高产典型水稻产量可达其气候生产力的60%以上,玉米和冬小麦仅达到30—50%左右,表明山区农业气候资源可开发潜力很大。本文为合理开发山区气候资源、调整农业布局及提高单位面积产量提供了定量的科学依据。

一、引 言

我国作物气候生产力的研究始于六十年代,1964年竺可桢根据太阳辐射推算了长江流域单季稻的生产潜力,并给出不同地区农作物的最高产量与太阳辐射的半定量关系^[1]。近年来,我国农业气象工作者先后从不同角度和侧面研究了作物气候生产力估算系统模型,对几种主要农作物水稻、玉米、小麦等气候生产力进行了估算^{[2]—[11]}。

我国是一个多山地国家,山地面积(包括丘陵)约占全国总面积的三分之二。地形、坡向及海拔高度等构成各种各样的气候类型和立体农业生态环境,从而形成了山区作物气候生产力的立体性。本文应用神农架、大别山、雪峰山、云开大山山区三年(1983年4月—1986年3月)梯度观测资料,建立不同山区、坡向和不同高度的作物气候生产力估算模式,并研究其在垂直方向的变化,为开发山区气候资源,调整农业布局提供科学依据。

二、山区作物气候生产力估算模式

我们应用山区不同坡向气象梯度观测资料和作物发育期资料,以太阳辐射能为基本函数,影响作物生长发育的温度和水分因子作为订正函数,建立山区作物气候生产力估算

本文1988年1月5日收到,5月20日收到修改稿。

* 此文是《亚热带东部丘陵山区农业气候资源及其合理利用》课题组研究成果之一。

模式:

$$y = f(Q) \cdot f(T) \cdot f(W) \tag{1}$$

式中 y 为山区作物气候生产力; $f(Q)$ 为山区作物光合生产潜力; $f(T)$ 为温度订正函数, 其值介于 0—1 之间; $f(W)$ 为水分订正函数, 其值介于 0—1 之间。

影响 $f(Q)$ 、 $f(T)$ 、 $f(W)$ 三个函数的因素很多, 在目前条件下, 可以通过山区作物气候生产力边界约束条件, 求得 $f(Q)$ 、 $f(T)$ 、 $f(W)$ 的近似解。

1. $f(Q)$ 函数

$f(Q)$ 表示不同山区、坡向及不同高度水热条件最适宜情况下, 作物群体充分利用太阳辐射能所形成的最高产量。利用不同高度的太阳辐射资料建立山区逐月太阳总辐射与日照百分率和海拔高度的回归方程*, 其通式:

$$\hat{Q}_i = Q_{0i}(a_0 + a_1 S_i + a_2 H) \quad i = 1, 2, \dots, 12 \tag{2}$$

式中 \hat{Q} 为不同山区、坡向、高度上太阳总辐射推算值, 单位为兆焦耳/米²; Q_0 为某一纬度天文辐射月总量, 单位为兆焦耳/米²; S 为不同山区、坡向、高度的月日照百分率; $i = 1, 2, \dots, 12$ 月; H 为海拔高度, 单位为百米。

根据不同山区、坡向、高度的日照百分率, 即可推算出不同山区、坡向及不同高度的太阳总辐射能。考虑日照时数和日照百分率随高度的变化:

$$S_{nj} = S_{n0j} + r_{sj}(H - H_0) \quad j = 1, 2, \dots, 36 \tag{3}$$

$$S_i = \sum_{j=3i-2}^{3i} (S_{n0j} + r_{sj}(H - H_0)) / N_i \quad i = 1, 2, \dots, 12 \tag{4}$$

式中 S_{n_i} : 不同山区、坡向、高度 (H) 的日照时数。 S_{n_0} : 不同山区、坡向、基点高度 (H_0) 的日照时数。 r_{sj} : 不同山区、坡向日照时数随高度的递减率。 S : 不同山区、坡向、高度 (H) 的日照百分率。 N : 可能日照时数。因此 $f(Q)$ 可用下式表达:

$$f(Q) = \sum_{ij} \hat{Q}_i \cdot \varepsilon (1 - R) (1 - t) (1 - n) (1 - N_0) (1 - R_s) \cdot E / (C \cdot (1 - I) (1 - J)) \quad i = 1, 2, \dots, 12, j = 1, 2, \dots, 36 \tag{5}$$

ε : 380—710毫微米波段的光合有效辐射占投射到作物群体上太阳总辐射的百分比。 R : 作物群体对光合有效辐射的反射率。 t : 作物群体透光率。 n : 植物非光合器官的无效吸收率。 N_0 : 光饱和点以上未能利用的部

表1 作物群体光参数

参数	作物		冬小麦	
	水稻	玉米	春	夏
ε	0.49			
R	0.06	0.08	0.106	0.10
t	0.10	0.30	0.277	0.30
n	0.10			
N_0	0.10	0	0.10	
E	0.224			
R_s	0.40	0.30	0.30	
I	0.08			
J	0.14			
C	17793.90			

* 周天增等:我国东部亚热带地区太阳总辐射推算方法探讨,河南气象,1987,4.

分占可利用部分的百分比(C_3 植物为高光呼吸植物, C_4 植物为低光呼吸植物)。 E :量子效率。 R_s :植物呼吸作用消耗的能量占光合作用合成能量的百分率。 I :植物中无机养分含量。 J :风干植物的植株含水率。 C :每形成一克干物质平均所需热量(焦耳/克)。 i, j 意义同上。

根据研究文献[1]—[11],上述参数取值如表1。

2. $f(T)$ 函数

作物的生长发育和产量形成与温度条件密切相关。 $f(T)$ 函数反映自然条件下作物生长发育和产量形成受温度的影响。根据文献[11],研究本文水稻和玉米气候生产力估算模式中引用分段温度订正亚函数公式。

$$\begin{cases} f(T) = 0.027T - 0.162 & 6 \leq T < 21^\circ\text{C} \\ f(T) = 0.086T - 1.41 & 21 \leq T < 28^\circ\text{C} \\ f(T) = 1.00 & 28 \leq T < 32^\circ\text{C} \\ f(T) = -0.083T + 3.67 & 32 \leq T < 44^\circ\text{C} \\ f(T) = 0 & T < 6^\circ\text{C} \text{ 和 } T \geq 44^\circ\text{C} \end{cases} \quad (6)$$

冬小麦的温度订正(生物学下限温度为 3°C ,最适宜生育温度为 20°C)采用下列公式。

$$\begin{cases} f(T) = 0 & T < 3^\circ\text{C} \\ f(T) = T/20 & 3 \leq T < 20^\circ\text{C} \\ f(T) = 1.00 & T = 20^\circ\text{C} \\ f(T) = 1 - \frac{T - 20}{20} & T > 20^\circ\text{C} \end{cases} \quad (7)$$

考虑在山区温度随高度的递减:

$$T_j = T_{0j} + \tau_{ij}(H - H_0) \quad j = 1, 2, \dots, 36 \quad (8)$$

T :不同山区、坡向、高度(H)的平均温度。 T_0 :不同山区、坡向、高度(H_0)的平均温度。 τ_{ij} :不同山区、坡向温度随高度的递减率。

将(8)式代入(6)、(7)得到山区作物气候生产力温度订正函数 $f(T)$ 的解析式。

3. $f(W)$ 函数

(1) $f(W)$ 函数

水分是植物光合作用形成碳水化合物的原料,影响着作物体内营养物质的吸收和运转。 $f(W)$ 反映大田作物在自然条件下水分收支状况对作物生长发育和产量形成的影响。

山区降水量主要用于山区农田蒸发蒸腾和迳流,当降水量小于农田可能蒸散量时,则迳流量很小,当降水量大于农田可能蒸散量时,则有迳流发生,根据文献[12]、[13],取迳流系数为0.6,则有:

$$P_j = P_{0j} + \tau_{pj}(H - H_0) \quad j = 1, 2, \dots, 36 \quad (9)$$

$$P_j = E_{0j} + (P_j - E_{0j}) \times (1 - 0.6) \quad j = 1, 2, \dots, 36 \quad (10)$$

P_j :不同山区、坡向、高度(H)的降水量。 P_0 :不同山区、坡向、高度(H_0)的降水量。 τ_{pj} :不

同山区、坡向的降水量随高度的递增率。 E_0 :不同山区、坡向、高度(H)的可能蒸散量。 r_j :不同山区、坡向、高度(H)的农田实际水分收入量。

以下为山区水稻、玉米和冬小麦 $f(W)$ 函数的解析式。

① 水稻

对湿生作物水稻, $f(W)$ 函数用下式表达:

$$f(W) = \begin{cases} \frac{P_j}{E_{0j}} & P_j \leq E_{0j} \\ 1 & P_j > E_{0j} \end{cases} \quad (11)$$

② 玉米和冬小麦

旱生作物玉米和冬小麦,对水分的要求有一定的限度,当水分减少或增加到某一界值时,作物产量为零。这两个界值称为作物水分的下界值和上界值。根据文献[9]、[14],取下界值为0,上界值为 $4E_0$ 。(降水量和农田可能蒸散量相等时,对作物生长发育和产量形成最为有利)。 $f(W)$ 函数在下界值到最适宜值 E_0 之间近似于线性增加, E_0 到 $4E_0$ 之间近似线性降低。则玉米、冬小麦 $f(W)$ 函数解析式为:

$$f(W) = \begin{cases} \frac{P_j}{E_{0j}} & P_j \leq E_{0j} \\ 1 - \frac{P_j - E_{0j}}{3E_{0j}} & P_j > E_{0j} \end{cases} \quad (12)$$

(2) 用于山区的彭曼公式的修正

由(11)、(12)式可知求解函数 $f(W)$ 需计算农田旬可能蒸散量 E_0 。研究表明彭曼公式初步可用于旬可能蒸散量计算^{[15][16]}。由于山区温度、降水、日照廓线随高度发生变化,因此彭曼公式应用到山区需进行修正。彭曼公式:

$$E_0 = \frac{\Delta \cdot R + r \cdot E_a}{\Delta + r} \quad (13)$$

修正主要考虑山区气温、降水、日照时数,风速随高度的变化(据统计风速随高度变化规律不明显,故未作风速修正)。

将(3)、(8)、(9)式代入(13)展开(略,详见文献[16]),可得到不同山区、坡向及不同高度的旬可能蒸散量。

4. 山区作物气候生产力估算模式

将不同作物的 $f(Q)$ 、 $f(T)$ 、 $f(W)$ 的解析式,代入(1)式,乘以水稻、玉米和冬小麦的产量换算系数和经济系数(经济系数平均取0.4)。得到不同山区、坡向、高度作物气候生产力估算模式:

$$\begin{aligned} y &= f(Q) \cdot f(T) \cdot f(W) \cdot \frac{10^6/1000}{1/666.67} \times 0.4 \\ &= 2.667 \times 10^5 \cdot f(Q) \cdot f(T) \cdot f(W) \end{aligned} \quad (14)$$

三、山区作物气候生产力空间变化

根据神农架、大别山、雪峰山、云开大山四个山区不同坡向气象考察资料及单、双季早、晚稻,春、夏玉米,冬小麦生育期资料,由公式(14),分别得到不同坡向及不同高度作物气候生产力。

1. 单季稻

单季稻气候生产力,神农架南坡较高,雪峰山产量最低(表2)。各山区单季稻气候生产力一般南坡大于北坡,雪峰山西坡大于东坡。神农架南北坡气候生产力在500—800米之间差值大于125公斤/亩,雪峰山东西坡差值小于45公斤/亩。大别山区南北坡单季稻气候生产力在500米高度有一转折,500米以下南坡大于北坡,500米以上,北坡大于南坡。这是由于南坡温度、降水量的直减率大于北坡所致,南坡单季稻气候生产力随高度的平均直减率大于北坡,也证明了这一点。

表2 亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度单季稻气候生产力(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山		云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 霍山	东坡 隆回	西坡 怀化	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	68.1	265.6	254.1	30.5	84.6
生产力 高度(米)	1326.5	1044.8	1414.4	1276.1	1126.3	1173.8	—	—
100	—	—	1379.2	1264.2	—	—	—	—
200	—	—	1309.5	1222.3	—	—	—	—
300	1316.4	—	1226.3	1176.1	1114.9	1159.1	—	—
400	1270.8	—	1144.2	1130.3	1065.3	1097.3	—	—
500	1214.0	1027.3	1065.7	1083.7	995.3	1030.2	—	—
600	1154.1	994.0	985.9	1036.6	925.3	965.3	—	—
700	1079.7	940.8	908.9	988.9	858.4	900.8	—	—
800	998.7	869.9	836.9	942.9	796.9	837.4	—	—
生产力 平均直减率 (公斤/亩·百米)	62.5	47.8	75.4	45.5	61.64	61.62	—	—

2. 双季稻

双季早、晚稻气候生产力,云开大山最大,雪峰山为双季稻气候生产力的低值区,大别山、神农架居中(表3,4)。不同山区早、晚稻气候生产力平均直减率南坡大于北坡,并随纬度增加而减小。

表3 亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度双季早稻气候生产力(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山		云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 霍山	东坡 隆回	西坡 怀化	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	68.1	265.6	254.1	30.5	84.6
生产力 高度(米)	793.4	—	857.8	792.0	773.3	778.5	1324.8	1146.8
100	—	—	829.6	782.7	—	—	1266.8	1135.7
200	—	—	779.1	752.8	—	—	1165.6	1049.8
300	785.9	—	725.7	720.7	757.5	761.2	1061.1	963.7
400	756.2	—	674.1	693.2	699.4	720.2	961.8	881.4
500	722.4	—	625.8	664.3	637.0	673.7	864.3	802.9
600	684.9	—	578.1	635.1	578.8	630.8	—	726.6
700	641.7	—	533.0	605.7	530.3	588.6	—	656.0
800	595.8	—	492.4	578.2	490.7	547.6	—	587.4
生产力 平均直减率 (公斤/亩·百米)	37.7	—	47.7	29.2	52.9	42.3	98.1	78.2

表4 亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度双季晚稻气候生产力(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山		云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 霍山	东坡 隆回	西坡 怀化	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	68.1	265.6	254.1	30.5	84.6
生产力 高度(米)	770.1	—	940.9	804.6	745.5	805.0	1288.0	1059.8
100	—	—	926.6	797.9	—	—	1230.6	1049.2
200	—	—	898.3	775.3	—	—	1123.0	979.6
300	762.7	—	853.5	750.1	745.4	798.0	1019.6	902.5
400	731.1	—	804.4	724.5	737.8	759.0	924.7	817.6
500	691.4	—	757.9	698.5	713.4	718.9	835.1	736.6
600	653.2	—	708.3	672.1	684.5	681.1	—	661.4
700	610.5	—	659.1	645.3	646.1	644.5	—	590.8
800	565.6	—	610.7	618.1	606.9	605.2	—	524.0
生产力 平均直减率 (公斤/亩·百米)	39.0	—	43.1	25.5	25.9	36.6	96.5	74.9

大别山、雪峰山双季早稻气候生产力在200—500米坡向间差异小,200米以下,500米

以上差异明显。大别山双季早稻南北坡气候生产力在400米以下,南坡大于北坡,400米以上北坡大于南坡。云开大山随高度增加坡向间双季早、晚稻气候生产力差值减小。

由于热量条件限制,各山区的双季晚稻气候生产力到600米高度坡向间差值已小于40公斤/亩,表明双季晚稻生育期间气候条件随高度增加趋于一致。由表3、4还可以看出,各山区不同坡向不同高度双季晚稻气候生产力大于双季早稻,而目前双季晚稻产量不高,应该说是由于人们普遍重视早稻生产的结果,不是气候的原因。

各山区不同坡向的双季早、晚稻气候生产力在800米高度,平均产量尚可达500—600公斤/亩。上述结果仅考虑光、热、水农业气候资源,实际生产中因气象灾害频繁,土地瘠薄,种植双季稻投资大、产量低,根据当前生产水平,双季稻种植高度一般在300—400米以下。

3. 玉米

由表5可看出,神农架、大别山、雪峰山春玉米气候生产力随高度增加,坡向间差值逐渐增大,而云开大山则减小。春玉米气候生产力以神农架地区最高,云开山区最低,大别山、雪峰山次之。雪峰山、云开大山在500米高度春玉米气候生产力分别在600公斤/亩和400公斤/亩以下。主要是阴雨天多,日照不足,不利于春玉米生长。说明春玉米不宜于在南、中亚热带种植。

表5 亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度春玉米气候生产力(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山		云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 霍山	东坡 隆回	西坡 怀化	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	68.1	265.6	254.1	30.5	84.6
生产力 高度(米)	1107.4	1076.2	1036.1	1038.8	692.2	664.1	735.6	527.4
100	—	—	1021.7	1028.9	—	—	692.1	522.8
200	—	—	968.9	987.8	—	—	619.3	488.5
300	1098.9	—	899.3	940.1	675.3	645.3	542.9	450.0
400	1064.5	—	830.0	896.2	614.2	601.3	470.3	410.1
500	1018.8	1054.9	764.1	851.2	548.8	551.6	399.8	371.4
600	966.8	1015.8	699.4	806.3	487.6	505.1	—	333.1
700	898.3	951.1	637.2	761.7	436.2	459.9	—	298.5
800	823.4	887.1	579.7	719.5	392.9	416.6	—	264.6
900	755.4	821.2	525.0	680.4	352.1	378.6	—	—
1000	690.9	753.6	473.3	643.7	312.4	342.6	—	—
生产力 平均直减率 (公斤/亩·百米)	57.5	57.0	58.3	42.4	51.7	43.1	71.5	36.7

亚热带东部山区夏玉米的气候生产力随高度递减(表略),平均递减率50—60公斤/百米。神农架、大别山、云开大山山区气候生产力南坡大于北坡,雪峰山西坡大于东坡。大别山在500米以下南坡大于北坡,500米以上北坡大于南坡。

4. 冬小麦

各山区不同坡向、高度冬小麦气候生产力(表6)以神农架山区最高,雪峰山区最低,大别山、云开大山次之。由于南坡、东坡降水多,雨日多,冬小麦受“湿害”影响严重,随高度增加气候生产力直减率南坡大于北坡,东坡大于西坡。

大别山冬小麦气候生产力坡向间差值随高度增加而增大;雪峰山500米以下,东坡大于西坡,500米以上,西坡大于东坡;云开大山、神农架分别在400米和700米以下,南坡大于北坡,400米、700米以上北坡大于南坡。冬小麦气候生产力各山区坡向间的变化,在一定程度上反映了亚热带东部山区多阴雨天气限制了冬小麦高产。

表6 亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度冬小麦气候生产力(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山		云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 霍山	东坡 隆回	西坡 怀化	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	68.1	265.6	254.1	30.5	84.6
生产力 高度(米)	777.8	679.8	727.1	751.9	484.3	465.4	623.6	569.8
100	—	—	721.3	751.0	—	—	636.1	570.8
200	—	—	665.5	740.8	—	—	622.7	580.2
300	777.0	—	639.2	726.7	473.7	456.3	585.0	583.3
400	765.6	—	603.1	694.2	440.5	432.3	546.8	571.1
500	738.1	682.3	575.0	680.0	405.5	406.8	504.1	553.3
600	707.6	685.8	538.1	662.4	370.3	372.2	—	531.5
700	666.6	666.8	494.8	634.4	326.8	332.8	—	505.2
800	605.7	640.9	467.7	615.1	274.3	310.0	—	466.5
900	571.3	593.9	440.6	595.7	244.7	281.9	—	—
1000	536.1	561.8	413.6	576.1	211.0	255.6	—	—
生产力 平均直减率 (公斤/亩·百米)	33.4	20.9	32.5	18.9	37.2	28.1	25.5	14.4

根据上述分析,亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度,单、双季稻,春、夏玉米及冬小麦的气候生产力,反映了自然气候资源提供的最大可能产量。实际生产中由于栽培技术、品种等原因,山区不同高度作物实际产量与气候生产力尚有较大的差距(表7)。目前山区高产典型单、双季早、晚稻产量达到气候生产力的60%以上,玉米和冬小麦仅达30—50%左右;实验田块双季早、晚稻产量也达到气候生产力的40—60%;丰产田块作物产量平均可

达其气候生产力的 30—50%左右。表明山区农业气候资源可开发潜力很大。因此,当前山区粮食生产宜提高复种指数,改进耕作措施,加强田间管理,提高单位面积产量。

表 7 亚热带东部丘陵山区,不同坡向、高度小面积作物高产田块*(公斤/亩)

山区	神农架		大别山		雪峰山	云开大山	
	南坡 兴山	北坡 房县	南坡 潜山	北坡 舒城	东坡 隆回	南坡 高州	北坡 信宜
基点高度(米)	275.5	434.4	34.5	22.0	265.6	30.5	84.6
单季稻		629.5			466.2 550米		
双季早稻			454.0	468.4	257.0 620米	510.3	701.9
双季晚稻			429.2	327.8		442.4	660.2
玉米	226.0 1280米	300.0					
冬小麦		340.0				200.0	210.0
田块	丰产田块	高产典型	实验田块	实验田块	丰产田块	丰产田块	高产典型

* 资料来源:各县综合农业区划、农作物区划、农业气候区划、农业科学试验资料汇编

四、结 语

①山区作物气候生产力估算模式,综合考虑了山区光、热、水农业气候资源匹配关系,并对山区温度、降水、日照等气象要素的变化进行了修正。估算结果,基本反映了各山区不同坡向、不同高度气候因子对作物生长发育和产量形成的影响程度。

②亚热带东部丘陵山区单、双季稻,夏玉米气候生产力一般南坡大于北坡,西坡大于东坡;春玉米、冬小麦一般北坡大于南坡,东坡大于西坡。部分山区作物气候生产力在 300—500 米有一转折高度。山区作物气候生产力随高度平均直减率南坡大于北坡,西坡大于东坡。

③亚热带东部丘陵山区不同坡向、高度夏玉米气候生产力大于春玉米(神农架除外);双季晚稻气候生产力均大于双季早稻,在目前生产条件下,双季稻种植高度宜在 300—400 米以下。

④亚热带东部丘陵山区雪峰山为旱生作物气候生产力低值区,从山区农业气候资源利用效益出发,南、中亚热带不宜于玉米和冬小麦种植。

⑤亚热带东部丘陵山区目前高产典型水稻产量可达到气候生产力的 60%以上,玉米和冬小麦仅达 30—50%左右,表明山区农业气候资源可开发潜力很大。因此今后山区粮食生产应以提高单产为主。

综上所述,自然条件下不同山区、坡向、高度作物最大可能产量的分析,不仅考虑气候

条件,具体到山区农业布局,还要考虑土地资源、水利设施及群众的种植习惯和社会经济条件,运输能力,才能合理地利用山区丰富的气候资源,趋利避害,获得最大的经济效益和社会效益。

致谢:本文得到王石立同志的帮助,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 竺可桢,论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系,科学通报,第3期,1964年。
- [2] 龙斯玉,我国生理辐射分布及其生产潜力,气象科技,第4期,农业气象附集,1976年。
- [3] 黄秉维,自然条件与作物生产—光合潜力,农业现代化概念(初稿),中国农林科学院科技情报研究所,1978年。
- [4] 陈明荣,秦岭地区气候生产潜力,西北大学学报,(自然科学版)第1期,1979年。
- [5] 卢其尧,我国水稻生产光温潜力的探讨,农业气象,第1期,1980年。
- [6] 邓根云等,我国光温资源与气候生产潜力,自然资源,第4期,1980年。
- [7] 李继由,我国不同地区的作物光合生产潜力的估算,农业气象,第4期,1980年。
- [8] 于沪宁等,光热资源和农作物的光热生产潜力—以河北省栾城县为例,气象学报,40,3,1982。
- [9] 龙斯玉,我国小麦气候生产力的地理分布,南京大学学报(自然科学版),第3期,1983年。
- [10] 江爱良,论我国气候和农业生产(潜)力的关系,中国科学院地理研究所,1984年。
- [11] 侯光良等,我国气候生产力及其分区,自然资源,第3期,1985年。
- [12] 翁笃鸣等,小气候和农田小气候,143—148页,农业出版社,1981年。
- [13] 顾汉文等,贵州主要农作物气候生产潜力初探,贵州气象,第3期,1983年。
- [14] 龙斯玉,江苏农业气候生产潜力的探讨,农业气象科学,第1期,1983年。
- [15] M. И. 布德科,地表面热量平衡,科学出版社,1960年。
- [16] 陶祖文等,农田蒸散和土壤水分变化的计算方法,气象学报,37,4,1979。

A STUDY ON CLIMATIC PRODUCTIVITIES OF CROPS IN HILLY AND MOUNTAINOUS AREAS IN THE EAST OF SUBTROPICS OF CHINA

Huo Zhiguo Zhang Yangcai Li Quansheng

(Institute of Agrometeorology, AMS)

Abstract

Based on the data of gradient observation in the mountain areas during April 1983—March 1986 and taking into account the matched relationship among sunlight, heat and water resources, an estimation model is established for the climatic productivities of crops in the different elevations, slope orientations and mountain areas. In the model, meteorological elements of temperature, precipitation and sunshine in the mountains are amended, and the climatic productivities of rice, corn and winter wheat are estimated. The results show that in generally, in the hilly and

mountainous areas in the east of subtropics of China, climatic productivities of single cropping of rice, double cropping of rice and summer corn in the south of slope orientation are higher than in the north, and those in the west of slope orientation are higher than in the east. Climatic productivities of spring corn and winter wheat in the north slope are higher than in the south, and those in the east slope are higher than in the west. Climatic productivity of late double cropping of rice is higher than early rice, that of summer corn is higher than spring corn (except for the Shen-NongJia mountain). It is necessary to point out that the high output of rice in some typical sites can come to over 60 percent of climatic productivity, while the outputs of corn and winter wheat are only about 30—50 percent of their climatic productivities. It is shown that the potential of agroclimatic resources exploitable in the mountain areas is still rather high. The quantitative results in this paper would be useful for the efficient exploitation of climatic resources, the rational adjustment of agricultural distribution and the enhancement of yield per unit area in mountain areas.