

# 玉米气候生产潜力分析

谷雨田

(大安市农业局)

1949~1987三十九年间玉米栽培面积的比重逐渐增长,增长幅度24.7~45.5%,尤其1987年是有史以来栽培面积最多的一年,多达52373公顷,占粮豆面积的76.8%,是左右我市粮食产量的主体作物。然而产量并不景气,虽然平均递增了4.9%处于增长趋势,但是低而不稳。年际与产量间的相关系数0.698,变异系数高达43.5%。之所以如此,是因为受气候的影响和限制。如何在不可变的气候条件下,通过农艺措施和栽培技术,从光合性能中挖掘潜力,“向光合要产量”?本文试图从光、热、水资源的数量特征和变化规律中摸清玉米生产潜力的底数,调节玉米群体转化太阳能效率,为稳步增长探索途径,为富市裕民提供科学依据。

## 一、气候要素

大安市气候属于东北中温带半干旱区。全年太阳辐射总量 $525.86\text{kJ}/\text{cm}^2$ ,估算期太阳辐射量 $315.68\text{kJ}/\text{cm}^2$ 。年平均日照时数3014.4小时,作物生长期日照1981.2小时,日照率68%。5~9月 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温2934.8 $^\circ\text{C}$ ,无霜期132天。年平均降水量409.2mm,4~9月平均降雨量377.6mm,占全年降水量90%以上,且空间分布不均。年平均蒸发量1688.6mm,4~5月蒸发量523.5mm,占全年蒸发量的31%。

## 二、估算方法

### (一)农业系统工程方法

玉米生产潜力的估算,假设环境因素和玉米本身都处于最佳状态。在热量条件允许的范围内,根据光热水资源的多寡及玉米群体转换能量效率进行估算。

#### 1. 光能生产潜力估算模型:

$$Y_r = KEQ \dots \dots \dots (1)$$

式中  $Y_r$  为估算的光能产量;  $E$  为光能利用率: 6.16% ( $E = \frac{\text{生物产量公斤/公顷} \times 1.67 \times 10^7 \text{J/公斤}}{1.67 \times 10^{12} \text{J} \times 15/\text{公顷} \times 0.5} \times 100\%$ );  $Q$  为估算期间太阳总辐射能:

$315.68\text{KJ}/\text{cm}^2$ ;  $K$  为能量换算产量系数: 0.081代入上式得:

$$Y_r = 0.081 \times 6.16\% \times 315.68\text{KJ}/\text{cm}^2 = 15751 \text{公斤/公顷}$$

#### 2. 光热生产潜力估算模型:

$$Y_T = Y_r \cdot K_t \dots \dots \dots (2)$$

式中  $K_t$  是热量满足系数: 0.81。即  $K_t = \frac{t}{T}$  (实际温度与最适温度之比)

光热潜力产量:  $Y_T = 15751 \text{公斤/公顷} \times 0.81 = 12758 \text{公斤/公顷}$

#### 3. 光热水生产潜力估算模型:

$$Y_A = Y_T \cdot K_w \dots \dots \dots (3)$$

式中  $K_w = \frac{P_i}{E_p}$  : 为供水量与玉米潜在蒸发量的比值。

光热水潜力产量(气候潜力产量)为:

$$Y_A = 12\ 758 \text{ 公斤/公顷} \times 0.85 = 10\ 927 \text{ 公斤/公顷}$$

### (二)瓦格尼根方法

根据德威特理论,用辐射和蒸散数据计算玉米在给定的高水平气候条件和栽培管理措施下,所能达到的潜力产量。计算公式:

$$Y_d = F \cdot Y_{阴} + (1-F)Y_{晴} \dots\dots\dots(1)$$

式中  $Y_d$  为玉米的干物质产量;  $F = (R_{晴} - 0.5R_{实}) / 0.8R_{晴}$ , 其中  $R_{晴}$  为估算期间晴天平均最大有效短波辐射:  $1758\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$ ,  $R_{实}$  为估算期间实际平均入射短波辐射:  $2063\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{日}$ ;  $Y_{阴}$  为估算期间阴天玉米的总干物质生产速度:  $269 \text{ 公斤/公顷} \cdot \text{日}$ ;  $Y_{晴}$  为估算期间晴天玉米的总干物质生产速度:  $511 \text{ 公斤/公顷} \cdot \text{日}$ (除  $R_{实}$  均由德威特表查算)代入(1)式:

$$Y_d = (0.52 \times 269) + (1 - 0.52) \times 511 = 385 \text{ 公斤/公顷} \cdot \text{日}$$

$$Y_{试验} = K \cdot C_{经济} \cdot C_{温度} \cdot G \cdot Y_d \cdot ET_m / d \dots\dots(2)$$

式中  $K$  为作物种类订正系数:  $1.9$ ;  $C_{经济}$  为经济产量订正系数:  $0.45$ ;  $C_{温度}$  为温度订正值:  $0.6$ ;  $G$  为生育期:  $125$ 天;  $ET_m$  为玉米生育期中平均最大蒸散量:  $3.5\text{mm}/\text{日}$ ;  $d$  为生长期中平均饱和差:  $7.8$ 毫巴( $E - e = 23.7 - 15.9$ )。代入(2)式:

$$Y_{试验} = 1.9 \times 0.45 \times 0.6 \times 125 \times 385 \times 3.5 / 7.8 = 11\ 078 \text{ 公斤/公顷}$$

### (三)卡萨姆方法

同样,根据德威特的理论,在  $Y_d$  的基础上计算玉米的可能潜在产量( $Y_{潜}$ )。此法的假定条件是气候环境满足玉米生长的要求,并且水分、养分、盐碱度以及病虫害等不利因素均不影响其生长及潜在产量。

$$Y_{潜} = C_{叶} \cdot C_{净} \cdot C_{经济} \cdot G [F(0.8 + 0.01 \times Y_{最大})Y_{阴} + (1-F)(0.5 + 0.025 \times Y_{最大})Y_{晴}] \dots\dots(3)$$

式中  $C_{叶}$  为玉米生育期的叶面积订正值:  $0.5$ ;  $C_{净}$  为净干物质生产订正值:  $0.6$ ;  $C_{经济}$  为经济产量订正值:  $0.4$ ;  $Y_{最大}$  为玉米最大生产速度为  $20 \text{ 公斤/公顷} \cdot \text{小时}$ , 不同温度下的最大生产速度:  $65 \text{ 公斤/公顷} \cdot \text{时}$ 。代入(3)式:

$$Y_{潜} = 0.5 \times 0.6 \times 0.4 \times 125 [0.52(0.8 + 0.01 \times 65) \times 269 + (1 - 0.52)(0.5 + 0.025 \times 65) \times 511] = 10\ 860 \text{ 公斤/公顷}$$

## 三、结果分析

三种计算方法的不同结果,可以理解为试验田、示范田和生产田三种不同的生产水平。其潜力幅度上限为:  $11078 \text{ 公斤/公顷}$ , 下限  $10844 \text{ 公斤/公顷}$ , 极差  $-234 \text{ 公斤/公顷}$ 。示范田产量水平接近于生产田, 公顷  $\pm 16 \text{ 公斤}$ (表 1)。

表 1 计 算 结 果

	计算方法	产量 (kg/ha)	说 明
气候 潜力 产量	瓦格尼根方法	11078	试验田水平
	卡萨姆方法	10860	示范田水平
	系统工程方法	10844	生产田水平
	平 均	10927	

生产田的产量潜力之所以为 10792 公斤/公顷,是因为受温度影响使光能生产潜力下降 19%,又因水因素的影响生产潜力再度下降 15%。尽管如此,至少公顷产量尚有 2752~5752 公斤的潜力可挖。见表 2:

表 2 潜在产量

类 别		产量 (kg/ha)	潜力 (kg/ha)	说 明
气候潜力产量均值		10927	—	
丰收年(1987)高产典型		8175	2752	
丰收年(1987)平均产量		5175	5752	
预 测 产 量	1995	6030	4897	预测模型: Y = $\frac{767}{1+14.12477e^{-3.71876(10-T)}}$
	2000	6555	4372	

从现在的光能利用率角度看,丰年玉米平均公顷产量的生理辐射能利用率只有 1.53%,与其利用率长限 6.16% 相比潜力相当可观。和气候潜力产量均值的利用率比较也有 1.7% 的差距。

表 3 玉米不同产量类型生理辐射能利用率比较

利用率长限 (%)	气候产量均值		高产典型			平均单产			预 测 产 量					
	利用率 (%)	与长限差	利用率 (%)	与长限差	与均值差	利用率 (%)	与长限差	与均值差	1995 年			2000 年		
									利用率 (%)	与长限差	与均值差	利用率 (%)	与长限差	与均值差
6.16	3.23	-2.93	2.42	-3.74	-0.81	1.53	-4.63	-1.7	1.79	-4.37	-1.44	1.94	-4.22	-1.29

从表 3 中明显看出,探索提高玉米单产的途径十分必要,尤其现阶段面临玉米产量“爬坡”就越发显得迫切。

## 四、挖潜对策

### (一)完善水利设施

从气候角度看,我市 5~9 月干燥度  $K=1.2, >1$ 。尤其春旱发生频率高达 80% 以上,素有十春九旱之说,再从玉米本身而言,它的水分敏感期从雌花吐丝前 42 天至吐丝后 21 天,大致 6 月 16 日~8 月 19 日。很显然,要想高产必须抓住两个关键:一抓保全苗,二防卡脖旱。为此,要进一步完善排灌系统工程,充分利用地上水,合理开发地下水,科学用水,节约用水。注重旱地农业的研究,重点解决春旱、伏旱和秋吊问题,保证玉米对水分的要求。

### (二)科学施用肥料

在施肥方法上要科学化,力行“两个配合,一个为主”,即有机和无机肥配合;氮磷钾肥配合,以施用有机肥为主。通过土壤和作物诊断,推行“平衡施肥法”,积极推广稀土、锌、锰等微肥。土壤有机质含量要超过 1.5%,必须靠增施优质农肥来实现。化肥施量,随地力提高而增加。其中氮磷自不必说,增施钾肥可使叶片含钾量增高,促进光合作用。有关资料介绍含钾量高的比含量低的叶片多转化光能 50~70%。稀土能增加玉米叶绿素含量和增强光合效应,促进营养器官内暂存的碳水化合物向结实器官的转移,提高结实率和子粒重。锌和锰有人也作过试验:用 4% 锌肥拌种比对照区光合势增加 13 197m<sup>2</sup>/日/公顷;施锰肥平均公顷增产 847.5 公斤。

### (三)调整农田结构

大面积清种的农田玉米群体,由于株型、叶型、叶的着生角度等都很近似,功能叶基本分布在同一水平和不大的范围内,极易遮阴,遮光1/3减产11~15%。通过间套作调整一下农田结构,不仅改平面单层用光为立体多面用光,增加光合面积,减少消光系数,提高群体光能利用率。而且高矮秆合理搭配,上层空间成了玉米的通风走廊,与空气接触面扩大,交换、扩散的气体多,从而源源不断的得到CO<sub>2</sub>的补充供应。同时,由于叶片成层分布,地温比清种高1~3℃,湿度也处最佳状态。

### (四)发展耐密型品种

引用、推广适合本地高光效耐密型品种,可以突破目前所应用普通型玉米的产量局限,靠群体发挥产量优势。耐密型玉米一般公顷密度至少要比普通型多1.5~3万株。重要的是光能利用率高,与“普通型”相比透光系数高0.09左右,消光系数低0.08~0.16,叶面积指数高0.5,积累的干物质多,经济系数高达0.5~0.55。

### (五)控制病虫害

搞好病虫害预测预报,立足于防重于治。使叶片完好无损,尤其要保护“棒三叶”,防止未老先衰。产除杂草,避免与玉米争夺养分。使其适当扩大光合面积和延长光合时期,提高光合能力,改善光合产物的分配利用。

## 参 考 文 献

- [1] 元来福译:作物最高气候产量及其计算方法,《气象》,1982年,4期,38~40页。
- [2] 郑广华:《植物栽培生理》,山东科学技术出版社出版,1980年,4月,第一版。
- [3] 吉林省革委会气象局:《吉林省白城地区气候资料基本总结》,1972年,3月。

(上接第33页)

株;吉单133,149为4.2~4.5万株;吉单156为4.5万株;锦单6、本育9为4.5万株;改良铁单4为4~4.3万株;黄莫、四单19为5~5.5万株。以上品种在小比例间作条件下,可在上述密度的基础上株数增加10~15%。

### (六)搞好病虫害防治工作

在病虫害防治上要坚持“预防为主,综合防治”的原则。力争把病虫害防治工作做在发生之前或初期,扩大生防面积,大力宣传赤眼蜂防治玉米螟虫的作用。

总之,要想提高玉米单产,必须应用好综合性的技术措施,抓好农业科技培训,提高农民的科学技术水平,将农业的高新科技及时地传播到农村的千家万户。为提高玉米的单产,做出突破性的贡献。