

黑龙港类型区气象生态因子 与夏玉米产量性状关系的研究

肖荷霞 陈建忠 席国成

(河北省沧州市农林科学院, 沧州 061001)

摘 要 本研究结果表明,在黑龙港类型区生态条件下,影响夏玉米子粒产量的主要产量性状是粒重,其作用约为每穗粒数的 2 倍。灌浆期间的日平均气温和气温日较差与粒重为线性关系,降雨量与粒重则呈二次曲线关系。子粒形成期间的日平均气温与每穗粒数之间为正对数曲线关系,日照时数与每穗粒数为正指数曲线关系,降雨量与每穗粒数为负幂函数曲线关系。影响夏玉米子粒产量性状最主要的气象生态因子是温度和降雨量。

关键词 黑龙港 夏玉米 产量性状 气象生态因子

中图分类号 S162.53 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7091(1999)增刊-0126-05

玉米产量性状是品种基因型与其生态环境相互作用的结果。每穗粒数和粒重是构成玉米子粒产量的重要性状,同时也是易变性状。夏玉米生长季节天气变化较大,常因天气变化造成夏玉米产区玉米每穗粒数和粒重年际差异较大,从而影响到玉米产量的稳定和提高。有关环境因素对玉米产量及产量性状的影响,前人已有不少研究^[1~4],但各地生态环境不同,生产水平各异,因而各气象生态因子的作用及其综合效应也存在差异。黑龙港类型区自然生态条件特殊,大部分地区较适宜种植玉米^[5]。此区光热资源较丰富,但降雨时空分布不均,土壤瘠薄,常受旱、涝灾害的威胁,生产条件受自然条件制约,玉米产量一直低而不稳。进行这一地区自然生态因子与玉米产量性状关系的研究,对提高该区玉米产量具有重要意义。本研究利用同一基因型连续 9a 的调查资料对夏玉米产量性状每穗粒数和粒重与相应形成期间的光、热、水等气象生态因子的关系进行了探讨。

1 材料和方法

试验于 1987~1995 年在沧州市农科院试验地进行。试区土质为粘壤土,中等肥力,每年每 hm^2 施 N 肥(尿素)300 kg,依靠自然降雨,生长期不进行灌溉。播种时间在 6 月 15 日~22 日完成。试验区面积 150 m^2 ,每 hm^2 留苗密度 60000 株。

选用当地主栽且连续 9a 作为河北省统一对照种的冀单 17 号(生育期 90~92 d)。

以 1987~1995 年所调查的每穗粒数和粒重分别为依变量,以夏玉米决定每穗粒数的临界期间^[6](抽丝前后各 15 d 即 7 月 25 日~8 月 25 日)的各气象生态因子和子粒灌浆期间的各气象生态因子为自变量,采用《农业气象中的统计方法》^[7]中的统计原理和分析方法进行相关和

回归分析。气象资料来源于沧州气象站。

2 结果与分析

2.1 夏玉米产量与产量性状之间的关系

玉米子粒产量是由单位面积上的穗数、每穗粒数和粒重三个产量性状决定的。单位面积上的株数是决定单位面积总穗数的重要因素,同时也是栽培上最容易控制的一项产量构成因素。通过研究发现,在控制单位面积穗数一定的情况下,每穗粒数和粒重与夏玉米子粒产量之间的复相关达极显著水准($R=0.9866^{**}$)。据此,利用试验数据建立夏玉米子粒产量(y)与每穗粒数(N)和粒重(W)的二元一次方程:

$$\hat{y} = -238.1 + 0.6597N + 1.121W \quad F_{(2,6)} = 109.82^{**} \quad R = 0.9866 \quad (1)$$

回归效果达极显著水准。对两个自变量偏回归平方和显著性检验, $F_N = 56.35 > F_{0.01} = 13.74$; $F_W = 219.02 > F_{0.01} = 13.74$, 均达极显著水准。表明两自变量每穗粒数和粒重的变化对夏玉米子粒产量均有较明显的制约作用,即粒数越多、粒重越重、增产效果越明显。

将方程(1)进行数据标准化转化,建立标准化回归方程

$$\hat{y}' = 0.57N' + 1.12W' \quad (2)$$

由(2)式可知, $b'_N < b'_W$, 粒重对产量的贡献占 66.3%, 每穗粒数占 33.7%, 说明在本区生态条件下, 虽每穗粒数与粒重对产量均有明显的促进作用, 但影响夏玉米子粒产量的主要因素是粒重, 其作用二倍于穗粒数。

2.2 气象生态因子对穗粒数的影响

研究结果表明, 同一基因型年际间穗粒数变异系数为 8.5%, 这种变化在试验栽培条件相对一致的情况下, 主要是生态环境中气象因素造成的。通过计算得知(表 1), 决定每穗粒数临界期间的气象因素日平均气温(T), 日照时数(S), 降雨量(R), 水热比(KW) ($\geq 10^\circ\text{C}$ 积温与降雨量之比), 干燥度(K) (降雨量与蒸发量之比) 与穗粒数(N) 存在着极显著的相关关系。而此期间的气温日较差、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温和蒸发量则与穗粒数的相关不显著。

表 1 玉米子粒形成期间气象因子与穗粒数的相关系数

日平均气温	气温日较差	$\geq 10^\circ\text{C}$ 积温	降雨量	日照时数	蒸发量	水热比	干燥度
0.9507 ^{**}	0.092	0.3131	-0.9183 ^{**}	0.8046 ^{**}	0.3943	0.9672 ^{**}	-0.8475 ^{**}

2.2.1 各气象生态因子与每穗粒数的函数关系 研究结果表明, 日平均气温(T)、日照时数(S)、降雨量(R)、水热比(KW)、干燥度(K) 诸因子与夏玉米每穗粒数为极显著线性或非线性关系(见图 1、图 2)。其中日平均气温与穗粒数的关系呈对数曲线, 日照时数与穗粒数呈指数曲线, 水热比与穗粒数为线性关系、降雨量和干燥度与穗粒数呈幂函数曲线关系。

上述各关系的回归方程如下:

$$\hat{N} = 2157.66 \lg T - 2672.57 \quad F_{(1,7)} = 85.7700^{**} \quad R = 0.9615 \quad (3)$$

$$\hat{N} = 294.11 e^{0.0466S} \quad F_{(1,7)} = 13.9859^{**} \quad R = 0.8164 \quad (4)$$

$$\hat{N} = 1646.45 R^{-0.256} \quad F_{(1,7)} = 96.6549^{**} \quad R = 0.9656 \quad (5)$$

$$\hat{N} = 399.95 K^{-0.199} \quad F_{(1,7)} = 37.0288^{**} \quad R = 0.9171 \quad (6)$$

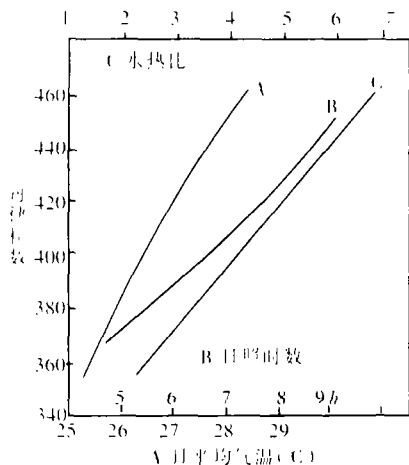


图1 温、光、水热比与穗粒数的关系

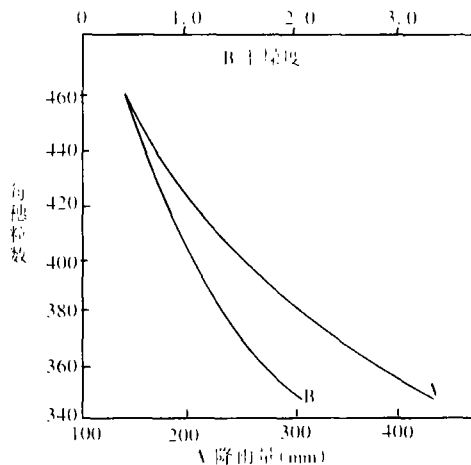


图2 降雨量和干燥度与穗粒数的关系

$$\hat{N} = 299.95 + 24.27KW$$

$$F_{(1,7)} = 101.5370^{**}$$

$$r = 0.9672 \quad (7)$$

(3)~(7)式表明,与穗粒数相关密切的各气象生态因子选配的线性或非线性曲线关系是比较合理的,其F值均达极显著水准,各回归效果达极显著水准。日平均气温、水热比、及日照时数对穗粒数有正向作用。然而随着温度和日照的增加,温度增粒作用逐渐减弱,光照增粒效果则增强。降雨量和干燥度与穗粒数呈负的幂函数关系,这一结果是因为黑龙江生态区内夏玉米子粒形成期正处在全年降雨集中、易引起夏涝的季节(7~8月)。因此认为,夏玉米子粒形成期间适当控制温度(在26~28℃),提高光照(8h以上),改善田间通风透光条件,搞好排水,降低土壤湿度,能有效地提高玉米的穗粒数。

2.2.2 光、热、水综合效应对穗粒数的影响 夏玉米每穗粒数的增减并非某个因素的单独作用,而是受多个因素的共同制约,并且各因素之间也会存在着相互联系。因此,利用逐步回归方法对以上5因子进行筛选,得到光、热、水与穗粒数的三元线性回归方程:

$$\hat{N} = 6.87 + 5.93S + 14.95T - 0.0163R \quad F_{(3,5)} = 94.1405^{**} \quad R = 0.9913 \quad (8)$$

回归效果达极显著水准,各自变量偏回归平方和显著性检验:

$F_T = 9.1317, F_R = 12.212, F_S = 8.618$, 均大于 $F_{0.05} = 6.61$, 达显著水准, $R^2 = 0.9827$ 。这说明影响夏玉米穗粒数的主要气象因素已基本包括在内,光、热、水对穗粒数均有不同程度的影响。为分析三个自变量对穗粒数影响的大小,将(8)式转化成标准数据方程

$$\hat{N}' = 0.2548S' + 0.414T' - 0.407R' \quad (9)$$

由(9)式可知,光、热、水对夏玉米穗粒数的作用大小分别为23.6%、38.5%和37.9%。

2.3 气象生态因子对粒重的影响

研究结果表明,夏玉米千粒重(W)与灌浆期间诸气象因子日平均气温(T)、气温日较差(T_e)、降雨量(R)、日照时数(S)的相关系数分别为 -0.9018^{**} 、 0.8841^{**} 、 0.6558^* 、 -0.465 。除日照时数未达显著水准外,其余均达显著或极显著水准。

2.3.1 气象生态因子与粒重的函数关系 经统计分析,日平均气温和气温日较差对夏玉米粒重单因素影响为线性关系(图3),降雨量对粒重的影响呈二次曲线关系(图4)。方程如下:

$$\hat{W} = 713.85 - 14.603T \quad F_{(1,7)} = 31.4200^{**} \quad r = -0.9018 \quad (10)$$

$$\hat{W} = 53.60 + 34.795T_e \quad F_{(1,7)} = 33.7653^{**} \quad r = 0.8841 \quad (11)$$

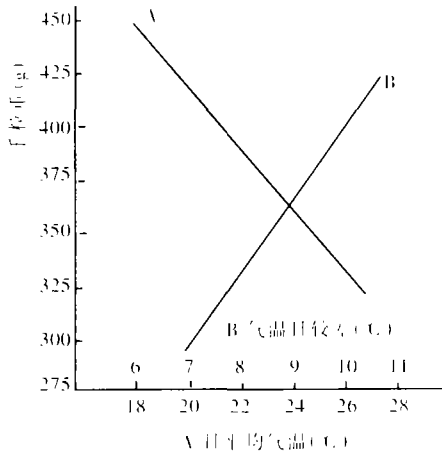


图3 温度与千粒重的关系

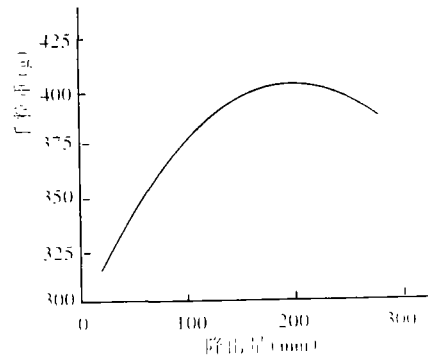


图4 降雨量与千粒重关系

$$\bar{W} = 289.72 + 1.1117R - 0.00247R^2 \quad F_{(2,6)} = 7.5718^* \quad R = 0.8463 \quad (12)$$

(10)~(12)式各 F 值均达显著或极显著水准。表明各气象因子与粒重选配的线性或二次曲线是合理的。在日均气温 $18.16 \sim 26.70^\circ\text{C}$ 范围内,随着温度的升高,粒重会有所下降,说明黑龙港生态区域夏玉米灌浆期处于较高气温条件下,其热量资源超过了夏玉米灌浆过程光合作用与干物质积累的生理需求。这与传统的观点^[8]“气温 $< 16^\circ\text{C}$ 降低光合作用; $\geq 25^\circ\text{C}$ 使子粒迅速脱水,出现高温逼熟现象,导致子粒瘪瘦,粒重减轻”的观点相吻合。气温日较差增大,有利于同化作用和同化产物的积累,对提高粒重,大有好处。利用(12)式对降雨量求偏导可知,灌浆期间降雨量在 202.8mm 以内,粒重随着降雨量增加而增重,过后降雨量增加而粒重将会下降。

2.3.2 气象生态因子对粒重的综合效应 利用逐步回归方法筛选自变量,得到粒重(W)与日平均气温(T)、气温日较差(T_e)、降雨量 R 三元线性回归方程

$$\bar{W} = 389.93 - 7.46T + 15.53T_e + 0.13R \quad F_{(3,5)} = 28.8365^{**} \quad R = 0.9669 \quad (13)$$

各自变量偏回归平方和显著性检验结果: $F_T = 6.844^*$, $F_{T_e} = 5.1360^*$, $F_R = 4.8150^*$, $R^2 = 0.9349$ 。说明三个自变量对粒重均有明显的作用。将(13)式转化成标准化方程

$$\bar{W}' = -0.462T' + 0.3948T_e' + 0.2619R' \quad (14)$$

由(14)式可知,各气象因子对粒重的作用分别为 $b_T = 41.2\%$, $b_{T_e} = 35.2\%$, $b_R = 23.6\%$ 。

3 讨论

本研究指出,在黑龙港流域生态环境条件下,影响夏玉米子粒产量最大的产量性状是粒重,约为穗粒数的作用的2倍。这为黑龙港地区玉米育种目标和高产栽培措施的制定,以及耕作栽培习惯的合理调节提供了依据。

黑龙港地区夏玉米子粒形成期及灌浆期正处于一年中的雨热高峰期,为夏玉米高产奠定了良好的生态学基础。这也是当地夏玉米比春玉米高产的原因所在。在诸气象生态因子中,温度在子粒形成和灌浆过程中一直是最主要的因子之一。尤其灌浆期间(8月下旬~9月下旬)温度与粒重呈负相关,说明此阶段处于较高的温度范围内,热量超过了玉米灌浆生理的需

求。因此可以设想,通过调节播种期,适时早播,扩大种植生育期较长(95~100 d)的中熟品种,使成熟期延续到9月底或10月初。这样既可以使灌浆期间的温度更合乎要求,又可以充分利用后期的光热资源,可使玉米增产。另一个主要气象因子是降雨量。玉米子粒形成期正处在全年降雨最集中的季节,月降雨 $\geq 200\text{mm}$ 的机率达80%以上,此阶段除个别年份出现“伏旱”外,多数年份存在夏涝的可能性,对每穗粒数影响较大。而灌浆阶段降雨 $\leq 150\text{mm}$ 的机率占80%,多数年份水份不足,限制粒重的提高。因此同样设想,创造条件适当早播,使夏玉米子粒形成期和灌浆期适当前移。这样既可以减少子粒形成期的降雨,对穗粒数有利;又可增加灌浆期的降雨,有利于提高粒重,对整个玉米子粒产量有促进作用。

参 考 文 献

- 1 张廷珠. 夏玉米子粒增重与气象条件关系的初步研究. 山东气象, 1981, (2): 35~38
- 2 张宏明. 温度条件对夏玉米子粒灌浆的作用与发育速度的关系. 农业气象, 1979, (1): 68~73
- 3 田海云. 玉米子粒发育过程及其与环境条件的关系. 吉林农业科学, 1981(3): 22~26
- 4 魏永超等. 温度和光照条件对夏玉米主要器官生物量的影响. 河南农业科学, 1988, (4): 3~6
- 5 佟屏亚. 中国玉米种植区划. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 96
- 6 山东省农业科学院玉米研究所编著. 玉米生理. 北京: 农业出版社, 1987. 287
- 7 杨永歧. 农业气象中的统计方法. 北京: 气象出版社, 1983.
- 8 山东农业科学院. 中国玉米栽培学. 上海: 上海科学技术出版社, 1986. 96~97

Relation of Ecoclimatic Factors with Yield Properties of Summer Maize in Heilonggang Catchment Area

Xiao Hexia Chen Jianzhong Xi Guocheng

(Cangzhou Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Cangzhou 061001)

Abstract The investigation results showed that thousand grain weight was more important than grain number of every ear under ecoclimatic conditions of Heilonggang Catchment Area. The function of the former was two times of that of the later. There were linear function relationships of grain weight with daily mean temperature and daily range of temperature during filling period. The relationship of the amount of precipitation with the grain weight was quadratic curve function. Daily mean temperature and the ear grain number was positive logarithmic function relationship. Daily sunshine time and the grain number of every ear were positive exponential function relationship. The amount of precipitation and the grain number of every ear were negative power function relationship. The temperature and the amount of precipitation were the most important ecoclimatic factors effecting the yield of summer maize.

Key words: Heilonggang catchment area; Summer maize; Yield properties; Ecoclimatic factors