

长叶片功能期,有利子粒后期成熟。穗粒数增加 59 粒,百粒重提高 1.2 克,增产 14%。

6. 钾肥的施用,有利氮肥用量增加

据有关资料介绍:不同植物种类吸收土壤中钾的能力有很大差异,以玉米、棉花、大豆和花生四种作物相比,玉米最先出现缺钾症状,而且比较严重。现在玉米生产已发展到高密度和较高投入阶段,密度增加,化肥特别是氮肥投入量增多,土壤中钾元素供应势必不足。施用钾肥可促进作物多种代谢作用,提高根的活化能力,增强茎秆的强度,提高玉米植株抗倒伏的能力,从而获得较高的增产效益。

7. 氮磷比由过去的 1:1 提高到 1.7:1

1989 年,课题组对全场 27 个生产队的玉米产量和施肥量级及氮磷比例进行调查,结果表明,在施肥量基本相同情况下(9.7~10.9 公斤纯量),氮磷比值在 0.85~1.50 范围内,氮磷比值越大,产量越高。即在一定磷肥基础上,随着施氮量的增加而产量随之提高。试验表明:在施肥纯量 12 公斤级时,最佳氮磷比在 1.5~2:1 之间。从而说明攻关田把过去生产田所采用的氮磷比从 1:1 提高到 1.7:1 是具有科学性和实用性的。

8. 提出适合机械化栽培的理想株型指标和壮苗指标

选择适合机械化栽培的理想株型是高产的关键。东农 248 株高 2.2 米左右,上部叶片

上举,叶片数 15 片,叶型较窄,吐丝迅速整齐,茎不粗但有韧性,叶柄短,有利机械收获。增加株数和叶面积系数,能更有效利用光能提高产量。试验测定东农 248 在亩株数 4 000 时,亩施纯量 15.0 公斤, $N:P:K=2:1:0.3$,叶面积系数达 4.7,产量最高。4 年来的实践证明:如果在 6 月 12 日达 5 叶 1 心,茎变扁粗。全田叶差不超过 1 叶 1 心,无紫苗。肥水基本具备,亩保苗 4 000 株左右情况下,亩产可达千斤。

9. 催芽机播

1990 年,857 农场 14 队利用气吸式播种机催芽播种 20 亩,吉单 101,完全成熟获得高产。1991 年,由 1 个生产队扩大到 5 个,由 20 亩扩大到 2 080 亩,由 1 个品种扩大到 3 个,其中 14 队面积达 1 020 亩,并且断根播种 250 亩。催芽机播可提前播种,不易粉种,苗齐苗壮,增温高产。主要技术环节是:温水浸种,冷水催芽(根),低温锻炼,保墒播种。

从整地开始到整个田间作业结束,我们根据本地气候特点,白浆土供肥特性以及玉米需肥特点制定一整套符合生产实际的配套措施,并保证每项措施都能按照规范化要求落实。从而做到群体与个体,地下与地上部,营养器官与生殖器官,前期与后期协调发展,使玉米出苗后就能按照预想的生育期进行生长,并连续两年取得万亩玉米亩产突破 500 公斤成果。

玉米密度——产量的理论 方程及其应用

曹靖生

(黑龙江省农科院玉米研究中心)

合理的种植密度是提高玉米单产的主要栽培措施之一。所谓合理的玉米种植密度是

指玉米群体有一适宜的叶面积,从而能充分吸收太阳光能,提高其光合利用率,提高玉米单产。而适宜的玉米种植密度因不同地区、不同时期的生产水平、气候条件、种植方式及品种特性各异而不同,但对一定地区某一时期而言,通过一定的玉米栽培试验研究,导出产量—密度理论方程,探讨栽培因子与产量之间的函数关系,可以帮助我们透过事物的表面现象,研究其内在规律,对于玉米生产上的高产稳产具有一定的意义。

一、玉米密度—产量的理论方程

近年来,国内外诸多学者对作物产量—密度的关系做了大量研究,并对其理论方程做了推导,现将其中适用于玉米密度—产量的理论方程中的一部分介绍如下:

1. 等比型产量—密度模型

其理论方程是: $Y = axe^{-bx}$

a, b 为待求常数, x 为种植密度, Y 为单位面积产量。其适用场合是:①有一较明显的最高产量,过高或过低的密度,产量皆明显下降;②相关系数 $r_{ly'}$, 得出一个极显著的值。

2. 等差型产量—密度方程

其理论方程是: $Y = \frac{x}{a+bx}$

a, b 为待定常数, x 为种植密度, Y 为单位面积产量。其适用场合:①在低密度下, Y 随 x 的增大而迅速增大;在高密度下, Y 趋向稳定,只有差异不明显的一些随机波动;②相关系数 $r_{ly'}$, 得出极显著的值。

3. Holliday 的产量—密度方程

其理论方程是: $Y = \frac{x}{a+bx+cx^2}$

a, b, c 均为待定常数, x 为种植密度, Y 为单位面积产量。其适用场合:①在密度达到 X_{opt} (最大理论密度) 前 Y (单位面积产量) 随密度增大而增大,在超过 X_{opt} 时, Y 随 x 增大而减少;②相关系数 $r_{ly'}$, 有一极显著的值。

4. 混合型产量—密度方程

其理论方程为: $Y = \frac{x}{a+bx^c}$

a, b, c 均为待定参数, x 为种植密度, Y 为单位面积产量。其适用场合:①当 Y 随 x 的增加而达到最高点附近后,在一个较大的密度范围内保持相对稳定,因而最高点不甚明显;但当进一步增大密度后,可以看出产量确实是缓缓地逐步下降;②相关系数 $r_{ly'}$, 给出一个极显著的值。

5. 二次回归方程

其理论方程为: $Y = a+bx+cx^2$

a, b, c 均为待定参数, x 为种植密度, Y 为单位面积产量。

该方程①属于无理经验公式,当 $x=0$ 时,该方程曲线不通过原点,因此使用该方程时必须确定其定义域,向外推导应慎重;②由于试验密度点选择不当,随机误差以及在无竞争密度中外推等原因,有时会造成 $a < 0$ 而使参数的生物学意义完全丧失。故利用该模式应注意其适用范围。

二、举 例

现用张大光等(1990)玉米密度试验(见表)为例,对等比型产量—密度试验模型作一介绍。

从表中可以看到,该试验在 $x=3885$ 株/亩时产量最高,过高或过低的种植密度产量皆明显下降,符合等比型产量—密度模型,根据其理论方程, a 和 b 的最小平方的估计式为:

$$\left. \begin{aligned} -\hat{b} &= \frac{n\sum(xlgy) - (\sum x)(\sum lgy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \times 2.302585 \\ \lg \hat{a} &= \frac{\sum lgy}{n} + \frac{\hat{b}\sum x}{2.302585n} \end{aligned} \right\} (2.1)$$

(2.1)式满足 $\sum (lgy - \lg \hat{y})^2$ 为最小。

并有:

$$r_{ly' \cdot x} = \frac{n\sum(xlgy) - (\sum x)(\sum lgy)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum (lgy)^2 - (\sum lgy)^2]}} (2.2)$$

表 玉米四单 18 号不同密度产量

密度 (x) (千株/亩)	子粒产量 (Y) (kg/亩)	单株产量 (y) (g/株)	lg y
1.554	517.2	332.8	2.522
1.828	529.8	289.8	2.462
2.390	591.9	247.7	2.394
2.825	619.9	219.4	2.341
3.885	663.1	170.7	2.232
6.216	631.6	101.6	2.007

从上表可以计算出:

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 18.698 & \Sigma x^2 &= 73.1811 \\ \Sigma \lg y &= 13.958 & \Sigma (\lg y)^2 &= 32.6433 \\ \Sigma (x \lg y) &= 41.901541 & n &= 6\end{aligned}$$

将上数值代入(2.2)式得 $r = -0.9957$, 为极显著, 故上表的 Y 和 x 的关系可用等比型产量—密度模型表示。由(2.1)式进而求得 $-\hat{b} = -0.24648$, $\lg \hat{a} = 2.65992$; 所以, $\hat{b} = 0.24648$, $\hat{a} = \text{antilg} 2.65992 = 457.004$, 而该试验方程的产量—密度方程则为:

$$\hat{Y} = 457.004x e^{-0.24648x}$$

这表明: (1) 该试验的单株最高生产力不超过 457.004 克; (2) 理论最高密度 $\hat{X}_{opt} = \frac{1}{\hat{b}} = 4.057$ (千株/亩); (3) 最高理论产量 \hat{Y}_{max}

$= \frac{a}{2.71828\hat{b}} = 682.09$ (公斤/亩), 即在试验条件下, 每亩种植 4 057 株玉米, 可望获得 682.09 公斤的期望最高产量。

三、讨 论

对某一品种同一地区而言, 两年多点密度试验并选择一适宜的理论方程进行推导, 就可能得到该地区该品种的最适密度和最高产量, 但如果从经济核算的角度来全面地进行生产运筹, 那么经济最适密度应该是提高密度所增加的产量足以抵偿所增加成本的密度, 一般它比单位产量最高时密度低一些。莫惠栋(1980)对此问题进行了全面地理论推导, 在此不再赘叙。一般来说, 密度较低时, 产量随密度增加而提高较大, 密度达到一定值

时, 产量随密度增加而上升缓慢或近于停滞, 而于此同时, 生产成本即不断增加, 经济上支已大于收, 如李登海 1989 年的玉米高产田, 其每亩共施有机肥 3 立方米、尿素 60 公斤、普通过磷酸钙 90 公斤、硫酸钾肥 40 公斤、硫酸锌肥 1 公斤, 浇水 8 次, 其产量突破千公斤, 从研究玉米品种的最大潜力来看是一有益的尝试, 但从经济角度出发, 未免合理。

我国是一个地域辽阔的国家, 从南到北、从东到西的生态条件、栽培制度和生产水平极不相似, 对某一地区的生产模式切忌生搬硬套, 如我省是一个干旱半干旱、无霜期较短的高纬度农业地区, 追求过高的密度往往肥水、光照等条件难以满足, 因此, 适宜的密度和品种类型也正是目前我省农业科技人员所研究的热门问题。

对同一地区而言, 理论方程及其最适密度, 也仅供该地区的生产提供参考, 不同的农户及不同地块、栽培措施和耕作方式也不尽相同, 难以用一理论方程概括之。总之, 玉米的合理密度与产量间的关系既有一定的规律可循, 而在不同的条件下又有所变化。

参 考 文 献

- [1] 山东农科院主编: 中国玉米栽培学, 上海科技出版社, 1986
- [2] 莱阳农学院等: 紧凑型玉米栽培技术, 山东科技出版社, 1988
- [3] 莫惠栋: 种植密度和作物产量—产量和密度关系及其分析, 作物学报, 1980, 6(2), 65~160
- [4] 张大光等: 玉米新品种四单 18 号密度试验, 四平农业科技, 1990, 2, 11~13
- [5] 丁昌龄: 密度—产量的理论曲线方程及其商榷, 上海农业科技, 1978, 14, 4~9
- [6] 刘绍德等: 紧凑型玉米株型及生理特性研究, 华北农学报, 1990, 5(3), 20~27
- [7] W. A. Russel. 1972, Effect of leaf Angle on Hybrid Performance in Maize (*Zea mays* L.), Crop Sci. 12, 90~92
- [8] G. E. Pepper et al., 1977, Leaf Orientation and Yield of Maize, Crop Science, 17: 883~886