

玉米雌雄穗分化进程的预报方法

何维勋 曹永华

(中国农科院农业气象研究室)

提 要

通过田间分期播种和人工气候箱的模拟试验,研究玉米发育与温度的关系,结果表明,展开叶片数的增加速率与日平均气温和展开叶片数之间存在曲线关系。以实测数据为基础,建立描述这种曲线关系的两个方程。因此,可以预报逐日的展开叶片数。应用展开叶片数与穗发育阶段之间的关系,就能做出雌雄穗分化进程的预报。

一、前 言

雌雄穗分化是玉米的关键生长发育期。预报各分化期出现的时间,不但是低温冷害预报的组成部分,而且可以为制定田间管理日程,指导高产栽培提供重要依据。农学家对穗分化进程给予很大关注,进行了许多观察,发现同一穗分化期的出现日期年际间常常有显著差异,并指出这种差异与气象条件的年际变化有关^[1]。本文着重研究这种关系,探讨用它来预报穗分化进程的可能性,为开展玉米防灾高产栽培的农业气象服务提供手段。

二、思路与方法

玉米雌雄穗分化中花序各器官形成具有严格的顺序性,内部器官形成与外部展开叶片数之间存在着相当稳定的对应关系^[1,2]。气象条件影响穗分化进程,同时也影响展开叶增加速率。因此,只要能求出逐日的展开叶片数,就可以预报穗分化各时期的出现日期。而要求出逐日的展开叶片数,关键是要比较准确地预报展开叶增加速率。为了查明展开叶片数的变化规律,采用田间试验和人

工模拟试验相结合的方法,我们于1977—1979年用24个杂交种在北京进行田间分期播种试验,10天一个播期,定株每5天调查一次展开叶片数,并求算这5天的平均气温。1980—1984年间,用人工气候箱模拟自然条件下的温度日变化过程,日平均值控制在不同的温度水平上,观测展开叶增加速率。根据试验取得的数据,进行数量分析,选择数学模型,最后建立预报方程。

三、数学模型的选择

分析实测数据看出,展开叶增加速率与叶龄和环境温度的关系最密切。旱和涝都会使展开叶的增加速率大大减慢,但是旱、涝解除后又会明显加速,在我们的试验中这种数据太少,难以进行更深入的数量分析。日长与展开叶增加速率没有实质性的相关。因此着重分析叶龄和环境温度与展开叶增加速率的数量关系,选择适宜的数学模型。

1. 展开叶增加速率与叶龄的关系

为了揭示展开叶增加速率随叶龄而变的一般规律,把京黄113杂交种的田间试验数据按不同的温度范围分为8组,分析在温度相差不多的条件下二者的关系形式。以温度

为 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 的一组数据为例(图1),在第三片叶展开以前,展开叶增加速率随叶龄增大而加速,以后则减速;到第5片叶减至最小

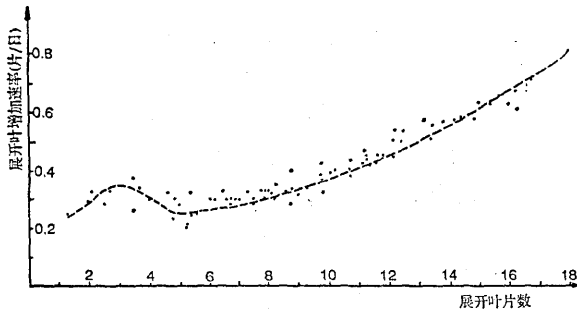


图1 展开叶增加速率与展开叶片数

值,之后又逐渐加速。其它温度范围的数据也都表现出这种变化规律,人工气候箱的模拟试验结果也显示出这种特点。植物生理学的研究已经查明,玉米种子的胚里已有5个叶原基,第六片叶以后的叶原基是在种子萌发后才分化的。上述展开叶增加速率的变化可能与这一生物学特点有关。为较好地表示这种规律,把数据分作两部分,分别选择数学模型。在1—5片叶范围内,可选用下面的模式去拟合:

$$V_N = ae^{-b(N-3)^2} \quad (N \leq 5) \quad (1)$$

在5片叶以上,选用下面的模式去逼近:

$$V_N = ce^{kN} \quad (N > 5) \quad (2)$$

V_N 表示在相同的温度条件下随展开叶片数(N)不同而变的展开叶增加速率。 a 、 b 、 c 、 k 是一组系数。

2. 展开叶增加速率与气温的关系

为了查明环境温度的影响,按展开叶片数多少,把田间试验数据分为17组,分别分析不同叶龄下温度对展开叶增加速率的影响。结果表明有共同的规律。以展开叶片数为 7 ± 0.5 的1组数据为例(图2),可以看出气温能显著地影响展开叶的增加速率,温度

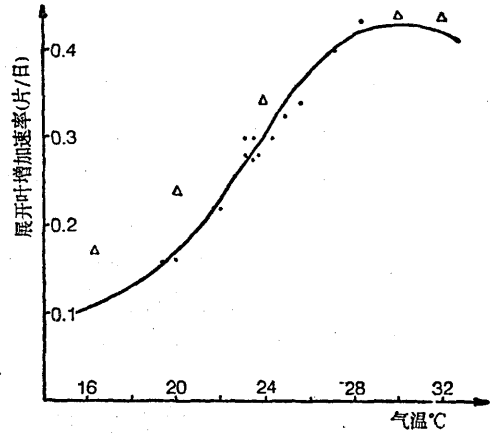


图2 展开叶增加速率与气温

高增加快,温度低则慢。在 27°C 时平均日增加0.4片展开叶, 21°C 时下降到0.2片/日, 15°C 下则只有0.1片/日。考虑人工气候箱模拟试验得到的数据,同时参考M·Tollenuar等(3)的研究结果,确定展开叶增加最快的温度为 31°C ,则选用下面的数学模式比较适宜:

$$V_T = ge^{-h(T-31)^2} \quad (3)$$

式中 V_T 表示在相近的叶龄下随温度而变的展开叶增加速率, g 、 h 是与其它生物学特性有关的系数。

四、预报方程的建立

田间条件下展开叶的实际增加速率(V)是生物学特性和环境因素共同作用的结果。在不旱不涝的条件下,作为一级近似,环境因素只考虑温度这个主要因子,则 V 可近似表示为:

$$V = V_N \cdot V_T \quad (4)$$

把1、2、3式代入,就组成展开叶增加速率的预报方程:

$$\begin{cases} V = a \cdot g \cdot e^{-b(N-3)^2 - h(T-31)^2} & N \leq 5 \\ V = a \cdot c \cdot e^{kN - h(T-31)^2} & N > 5 \end{cases} \quad (5)$$

用京黄113杂交种田间实测的203个数据

据, 进行曲线拟合, 得出:

$$V = 0.4176e^{-0.0814(N-3)^2 - 0.0051(T-31)^2}$$

$$n = 54, R = 0.96$$

$$V = 0.1899e^{0.0845N - 0.00485(T-31)^2}$$

$$n = 149, R = 0.97$$

在拟合中之所以不加上人工模拟的试验数据, 是因为它的值偏大。国外的研究也指出, 人工气候箱的模拟条件毕竟与自然条件不同, 因此它的作用主要是揭示规律, 选择适宜的模型, 而不是直接应用它的具体数值。

用其它23个杂交品种的试验数据进行同样的分析, 看出多数系数都比较接近, 只有 h 差异稍大。有的杂交品种展开叶增加较快, h 值偏小; 有的则较慢, h 值较大。除个别杂交品种外, h 值与主茎叶片数似有某种关系 (图3), 主茎总叶片数很少的极早熟

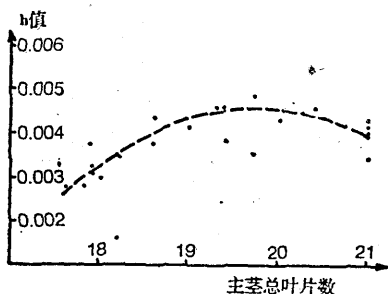


图3 h 值与主茎总叶片数

品种 h 值较小; 随着主茎总叶片数增多, h 值增大; 总叶片数超过21的较晚熟品种, 展开叶增加又较快, h 值又有减小的趋势。

对于某一地区, 如果要应用这个方法的话, 只要选取不早不涝的地块, 实地调查几次展开叶片数, 取得若干组 V 、 N 、 T 的数据, 分别代入方程 (4), 建立联立方程组, 再求解, 就得到方程中的各待定系数, 从而建立适合当地具体品种的预报方程。

五、预报方法及检验

具体的预报方法是:

1. 以预报开始日的实际展开叶片数 (N_1) 和当天的平均气温 (T_1), 代入预报方程, 求出展开叶增加速率 (V_1), 即日增加量。

2. 第一天的展开叶片数加当天的日增量就是第二天的展开叶片数, 即 $N_1 + V_1 = N_2$ 。第二天的预报气温为 T_2 。将二者代入方程, 求出第二天的展开叶日增量 V_2 。

如此继续下去, 就可以求出逐日的展开叶片数, 直到该品种的主茎总叶片数出齐为止。

3. 根据当地农学家的实地观察或文献资料 [1,4,5], 整理出当地各主栽杂交品种雌、雄穗分化各时期对应的展开叶片数。

4. 按雌、雄穗分化各时期对应的展开叶片数查找所求算出的逐日展开叶片数, 其对应的日期就是该分化期的预报出现日期。

用陕西武功的实测资料, 对这一方法进行分析检验。1978年鲍巨松等对陕单7号玉米杂交品种的雌、雄穗分化进程进行观察 [6], 取得展开叶片数增加动态分化进程的实际数据。我们以第一片叶展开的日期为起点, 用武功气象站该年玉米生育期间逐日的实际气温资料, 按上述方程算出当年逐日的展开叶片数 (图4)。计算结果与实测值

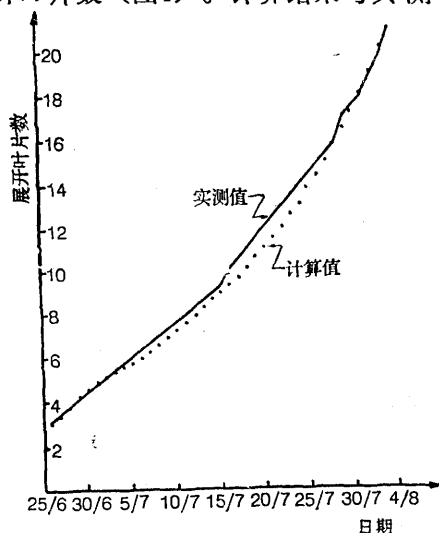


图4 展开叶片数的增长动态

相当接近。预报的各穗分化期与实际观察到的日期相比,雄穗伸长期和雌穗小花分化期,预报的日期偏晚两天;雄穗开花期和雌穗吐丝期的预报没有偏差;其它各分化期预报都偏晚1天。

六、讨 论

1. 雌、雄穗分化进程中各分化期的出现日期,是由品种、播期和气象条件决定的。由于生产上采用的杂交品种比较多,播种早晚相差悬殊,加上气象条件的不稳定性,使穗分化期的出现日期变化很大。但是这种变化是有规律可循的。研究变化规律,建立预报方法,不仅必要,而且是可能的。用这种方法做出穗分化进程的预报,比单凭经验的估计要准确得多。这在指导抗灾和高产栽培中有一定现实意义。

2. 这种预报方法是以气象条件与作物发育速率之间的非线性关系为基础,考虑作物本身的生物学特点,利用农业科学的研究成果而制定出来的,虽然用起来比过去的物候期预报方法要复杂一些,但预报的准确性较高。如果用电子计算机来做,就非常简单。可以把未来天气变化的各种可能、不同品种、第一片叶展开的不同日期等数据,输入计算机,它就能很快算出不同情况下的展开

叶增加动态,预报出各穗分化期的出现日期。在普遍应用计算机的今天,这个方法是简便易行的。

3. 植株受旱(或涝)对穗分化进程有显著影响,但两者间的关系复杂,需进一步研究。本方法是预报不早不涝条件下的发育进程。因此,如果实际的展开叶增加速率显著低于预报值,就要分析玉米是否受到了旱或涝的危害,并建议采取相应的措施。我们的观察表明,当玉米植株开始受到水分过多或过少的危害时,在外观上首先表现为展开叶增加速率降低;随着土壤干旱(或涝)加重,植株才表现出凋萎(或烂根)现象。因此还可以在这个预报方程的基础上制定出判断玉米是否遭受旱(涝)灾害的方法。

参 考 文 献

- (1) 山东农业科学院, 中国玉米栽培学, 上海科学技术出版社, 1986年。
- (2) 刘百韬等, 玉米雌雄穗发育与外部展开叶的相关性, 中国农业科学, 1976(4): 54-58。
- (3) Tollenaar, M., T. B. Daynard and R. B. Hunter, Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize, Crop Sci. 19, 363-366, 1979.
- (4) 张瑞岐, 玉米叶的研究, 山东农业科学, 1979(4): 17-23。
- (5) 王瑛、陈冲、尉德铭, 玉米穗分化图册, 农业出版社, 1986年。
- (6) 鲍巨松、杨成书, 玉米陕单7号穗分化观察, 陕西农业科技, 1979(7): 14-16。

A method for forecasting of ear and tassel development in maize

He Weixun Cao Yonghua

(Agrometeorological Laboratory, Chinese Academy of Agricultural Science)

Abstract

The relationship between development of maize and temperature was studied through stage by stage sowing experiments in the field and simulation experiments in phytotron. The results show that the rate of leaf appearance was curvilinearly related to the mean daily temperature and the number of appearance leaves. Two equations describing these curves were set up on the basis of observations. By applying the relationship between number of appearance leaves and ear development stage, the forecasting of ear and tassel development courses can be made.