

向日葵籽粒增重规律及其与气象条件的关系*

吴承杰 蒋庆霖

(吉林省白城地区农气站) (广西农学院)

本着为向日葵生产发展提供一定气象依据的目的,白城地区农业气象试验站1982—1984年共进行了三年分期播种试验。1982年播种期是10/5,20/5,30/5,10/6,23/6五期;1983年增加了20/4,30/7两期,去掉了23/6那一期,共六期;1984年又去掉20/4那一期,仍为五期。1983和1984年为2个重复。试验小区面积三年分别为300,400,262.5 m²。管理水平略高于一般生产田。

每年分期播种在各小区上,分别选取开花期13/7—1/9之间的25—60个样株,每五天测籽粒干重至收获,而获得处于不同气象条件下的增重资料。供试品种是白葵杂1号(中晚)。

1. 向日葵籽粒增重过程的数学模式

向日葵籽粒形成过程是一个复杂的生物学过程,除外界环境条件的影响外,还受自身生物学规律的制约。

在田间试验条件下,外界环境条件并不一定都满足向日葵生育的要求,往往会在一段时期内遇到不利条件,因此建立籽粒增重标准模式是有一定困难的。但是,如果有较多的不同开花期的定期取样测得的粒重样本,而且最后都达到了完全成熟,则某一段的不利气象条件,对各样本来说势必处在不同的增重阶段,对样本总体来说,每一阶段都有大多数样本处在正常的生长条件下,用统计学方法处理之后,可以获得近似的增重标准模式。具体步骤如下:

首先,对样本数据进行平滑。设样本容量为N,采用的5点二次平滑公式^[1]为:

$$\begin{cases} \bar{W}_1 = \frac{1}{35}(31W_1 + 9W_2 - 3W_3 - 5W_4 + 3W_5) \\ \bar{W}_2 = \frac{1}{35}(9W_1 + 13W_2 + 12W_3 + 6W_4 - 5W_5) \\ \bar{W}_i = \frac{1}{35}[-3(W_{i-2} + W_{i+2}) + 12(W_{i-1} + W_{i+1}) + 17W_i] \\ \bar{W}_{N-1} = \frac{1}{35}(9W_N + 13W_{N-1} + 12W_{N-2} + 6W_{N-3} - 5W_{N-4}) \\ \bar{W}_N = \frac{1}{35}(31W_N + 9W_{N-1} - 3W_{N-2} - 5W_{N-3} + 3W_{N-4}) \end{cases} \quad (1)$$

平滑后的数据点绘呈S曲线(如图)。用生长曲线拟合,得到白葵杂1号品种增重过程标准模式为:

$$W_t = \frac{10.45}{1 + 15.2347 e^{-0.1183t}} \quad (2)$$

t为开花后日数, W_t为开花后七天的百粒重。

对(2)求一阶导数就得到增重速度,即整个增重期内逐日的百粒重增加量:

$$V = \frac{18.8337 e^{-0.1183t}}{(1 + 15.2347 e^{-0.1183t})^2} \quad (3)$$

* 本文于1985年7月13日收到,1986年4月22日收到修改稿。

标准模式的增重速度曲线见图 1。

由(2)、(3)两式得到,在正常条件下,白葵杂 1 号大约在开花后 24 天达到最大增重速度,这一天百粒重日增量为 0.31 g,相当成熟粒重的 3.0%。

按实际试验资料,把粒重达 W_0 (比成熟时粒重稍高的常数或称最大成熟粒重) 的 95% 定为成熟标准,根据(2)式开花至成熟天数为:

$$N = -\frac{1}{b}(2.9444 + \ln a) \quad (4)$$

将 $b = -0.1183$, $a = 15.2347$ 代入,则得正常条件下开花至成熟日数为 48 天左右。

2. 籽粒增重与气象条件的关系

1) 增重速度的分析

向日葵从开花到最大增重速度日,增重速度是逐渐加快的,此期粒重加速增长,到最大增重速度日以后又减缓,到后期逐渐趋近于零。经分析,最大增重速度 V_M 与该期积温 ΣT_m , 总日照时数 S_m 和日最高气温的累积 $\Sigma T_{m_{\max}}$ 关系显著,其表达式分别为:

$$V_M = 0.4128 - 4.6235 \times 10^{-4} S_m \quad (5)$$

$$V_M = 0.452 - 2.4921 \times 10^{-4} \Sigma T_m \quad (6)$$

$$V_M = 0.4673 - 2.2211 \times 10^{-4} \Sigma T_{m_{\max}} \quad (7)$$

一般正常生长条件下,最大增重速度都在开花后 24 天左右到来,百粒重日增量为 0.31 g 左右,这就是标准模式的最大增重速度。

方程(5)、(6)、(7)均为直线方程,斜率均为负值,说明增重前期处于高温季节,日照时数越长,积温越高,最大增重速度越小。最高气温累积对最大增重速度影响更大。将(6)、(7)式写成 $\Sigma T_m = 1813.73 - 4012.68 V_M$, $\Sigma T_{m_{\max}} = 2103.91 - 4502.27 V_M$ 。若以标准模式 24 天达最大灌浆速度日,日增量达 0.32 g/百粒左右为准,则通过上式计算可以得出这期间以积温 500—550°C,日平均气温 22°C 左右较适宜,日最高气温超过 30°C 将影响增重(适宜 28—29°C)。

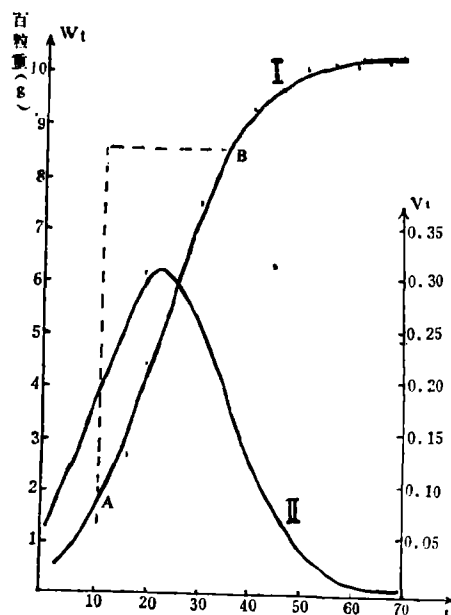


表 籽粒增重与气温

开花后日数(天)	21—25	26—30	31—35	36—40
五日平均气温(°C)	16.2 ₂	15.8	13.0	9.8
五日增重量(g/百粒)	1.96	1.37	0.45	0.32
平均日增量(g/百粒)	0.391	0.274	0.089	0.063

图 向日葵籽粒增重曲线(I)
和增重速度曲线(II)

2) 最大增重速度日与日照关系

最大增重速度到来日数与前期总日照时数有极好的正相关:

$$M = 5.5314 + 0.089 S_m \quad (8)$$

可见,日照长、最大增重速度日延迟,而且最大增重速度值也减少,尽管此时增重时间延长,由于增重速度总维持较低水平,粒重增加缓慢,因而净增重值不高。进一步分析表明,开花至最大增重速度日期间以总日照 200 h 左右,平均日照 8—9 h 为宜。

3) 成熟期的讨论

(1) 开花至成熟日天数与气象条件之间的关系

向日葵成熟期长短,是由品种本身的生物学特性决定的,同时又为外界环境所左右。分析结果表明,开花至成熟天数与开花至最大增重速度日期间的总日照时数及积温存在极显著的关系,表达式如下:

$$N = 5.001 + 0.2181 S_m \quad (9)$$

$$N = -3.547b + 0.0991 \sum T_m \quad (10)$$

增重初期日照过长,积温过高,干物质积累量会减少,粒重长期处于较低状态,延期达到成熟标准,成熟期大为推迟。因此,增重初期温度过高,日照过长,对向日葵增重是不利的,这与前述结论完全一致。

(2) 开花至成熟期的气象条件对最大成熟粒重的影响

最大成熟粒重 W_0 既由品种本身所决定,又与向日葵整个生长期所处的外界环境条件有关。分析发现,增重期间的降水量(R)对最大成熟粒重影响最大:

$$W_0 = 8.8585 + 0.0161 R \quad (11)$$

上式说明,增重期间的降水多,成熟时粒重就高。一般开花至收获期约需 150 mm 左右的降水,降水量低于 100 mm 将影响增重而降低产量。

开花后 37—48 天的日平均气温(T)对最大成熟粒重的影响更大。

$$W_0 = 6.3847 + 0.2585 T \quad (12)$$

进入秋季,尤其是进入九月份,气温迅速下降,日平均气温多降到 15°C 以下,成为限制粒重增加的主要因素。这期间立直争量与日平均气温有极好的正相关关系。

$$\Delta W = -0.7056 + 0.1253 T \quad (13)$$

即后期日平均气温越高,净增重值越大,最大成熟粒重也就越大。计算结果表明,后期日平均气温能维持 16°C 左右,对正常成熟有利。

4) 增重各阶段分析

进一步分析图 1,按增重速度大小,整个增重过程可分为三个不同的阶段,即籽粒形成阶段(图中 A 点以前),籽粒快速增重阶段(图中 AB 段)和成熟阶段(图中 B 点以后)。

籽粒形成期一般为 12 天,干物质积累量相当于成熟粒重的 20% 左右。这一时期主要是子房膨大形成籽粒外壳,分析表明,此期净增重值与该期气象要素多呈负相关,但影响都不显著。

当籽粒干重达成熟粒重 20% 时,即进入快速增重阶段,这一阶段百粒重日增量在 0.27 g 以上,平均百粒重净增量为 6.5 g,占成熟粒重的 65%。此期净增重值不仅与该期积温呈正相关,同时也与该期日照时数 S_2 呈显著正相关,表达式为:

$$W_2 = 2.7742 + 0.0189 S_2 \quad (14)$$

日照长、气温高有利于此阶段干物质积累。联系前面分析结果,可见日照长不利于粒重增加的阶段是在开花后的 10—15 天,即籽粒形成阶段。

成熟阶段也称缓慢增重阶段,向日葵粒重值在达到成熟粒重的 85% 时即转入该阶段,这期间平均百粒重日增量降到 0.15 g 以下,净增重值约为成熟粒重的 15%。这期间粒重增加量主要受日照、积温的影响;日照多、气温高、净增重值也高。

由表看出,快速增重阶段日平均气温在 15°C 以上时,平均百粒重日增量在 0.27 g 以上,当气温降到 13°C 时,平均百粒重日增量骤减。因此,快速增重阶段若遇到 3—5 天的低温天气将影响籽粒的正常增重进程而减产。当日平均气温低于 9.5°C 时,平均百粒重日增量已降到 0.06 g 以下,所以,日平均气温稳定下降到 9.5°C 可定为向日葵停止增重的温度指标。

参 考 文 献

- [1] 丁士晟编著,多元分析方法及其应用,44—46,450—455,吉林人民出版社,1981 年。

THE WEIGHT INCREASE OF SUNFLOWER SEEDS RELATED TO METEOROLOGICAL CONDITION

Wu Chengjie

(Agrometeorological Station of Baicheng Prefecture, Jilin Province)

Jiang Qinglin

(Guangxi Agricultural College)

Abstract

A model of the weight increase of sunflower seeds was developed based on an experiment carried out at Baicheng. Its relation to meteorological factors such as temperature, sunshine and precipitation was analysed. A meteorological index related to weight increase and safe floescence period was determined. A method for predicting mature period was presented, which may be useful in agricultural practice.

上接236页

具有确定的意义。此外,“赵同志提出林文在讨论 $\left(\frac{-K_1 A}{X_s}\right)^2 - \frac{4 K_1 K_2 A}{X_s} > 0$ 和 $\left(\frac{-K_1 A}{X_s}\right)^2 - \frac{4 K_1 K_2}{X_s} < 0$ 时,

是把 X_s 作为变数的,而说:故当 $X_s > \frac{K_1 A}{4 K_2}$ 时, $T^2 - 4 \Delta < 0$ 扰动就会有周期振动,……”。这个问题 同样是不存在。

因为林文中 X_s 是常数,全文中都是明确的,没有一处把 X_s 当作变数。文中 $X_s > \frac{K_1 A}{4 K_2}$ 时,扰动就会有周期振动。

我们认为,这一结论表明,云体处于定态时,云中水滴含量超过某一临界值时,扰动就会出现自组织现象,这个物理概念是清楚和明确的。

湖北省气象局

林杏奇 1987 年 1 月 21 日

* 林文在三次修改稿和最后的清样校对稿中均未提出加 X 的下脚注,文章发表两个月之后的 4 月 22 日,本编辑部将赵的意见寄给林园,林于 5 月 5 日来信,提出将 X 改为 X_s 。——编辑部注。