

温度对玉米子粒形成的影响

姜 因 福

(吉林育农科院低温冷害室)

充实饱满的子粒是构成玉米产量的重要因素之一。我省在玉米子粒灌浆期间常受低温影响而减产。为了解温度对子粒形成的作用,我们于1978—1980年在公主岭市进行了田间试验。

一、试验设计

(一) 供试品种:

玉米吉单101, 中晚熟种。吉双83, 中熟种。吉单1号, 早熟种。

(二) 试验处理:

1. 播种期三年均为七个播期。第一期4月10日, 第二期4月20日, 第三期4月30日, 第四期5月10日, 第五期5月30日, 第六期6月20日, 第七期7月10日。

2. 试验小区为六行区。行长15米, 两次重复, 试验区两侧各有五行以上的保护行, 地头有5米长的保护段。

3. 种植方式及管理: 清种单株种植, 早熟种每公顷保苗6万株, 中熟种5万株, 中晚熟品种4万株。田间管理与当地一般生产田相同。

(三) 测定植株的选择:

玉米刚抽丝时, 选择生育正常、无病虫、茎粗相同、穗位高度、果穗大小一致、同日抽丝的2—3株, 拴好标签, 供测定用。

二、结果与分析

玉米子粒形成是灌浆期间茎、叶里同化产物在子粒中积累过程, 有其生物学规律, 但又受外界环境条件的影响。有生物学规律是指子粒增重过程, 虽受环境条件的影响, 但其整个增重的生物学过程的“S”型曲线不变, 如图1所示。由于播期不同, 三个期次所处的温度条件差异是很大的。第二期子粒增重过程处于平均气温21℃条件下; 第五期处于18℃温度下; 第六期处在17℃条件下, 但子粒增重的生物学过程皆呈“S”型曲线。因此, 可以用生长曲线来表示粒重与灌浆速度之间的这种指数函数关系。其数学方程为:

$$y = \frac{C}{1 + e^{a-bx}} = \frac{6.667}{1 + e^{4.43-0.1549x}} \dots\dots (1)$$

y—灌浆速度曲线 c—常数 b—常数 c—常数 e—自然对数 x—自变量, 为每次测定子粒灌浆速度的实际重量。

$$\text{对(1)式微分得(2)式: } \frac{dy}{dt} = \frac{-C(1 + e^{a-bx})}{(1 + e^{a-bx})^2} \dots\dots (2)$$

就是日灌浆速度, 即灌浆期内, 逐日粒重积累量。由(2)式再次微分就求得吉单101号最大灌浆速度日为吐丝后一个月左右。1979年最大灌浆速度日为吐丝后29天, 每百粒增

重量为1.27克/日，1978年最大灌浆速度日为吐丝后第30天，每百粒增重量1.0356克/日。

从图1子粒增重过程模式曲线可以看出，曲线明显分为三个阶段，由吐丝起半月左右，为子房膨大阶段，此后一个月左右，子粒干重迅速增加，占子实总干重的83.92%，称线性灌浆阶段。以后灌浆速度又显著降低，20天左右时间，子粒干重的增加只占5—6%，主要是子粒干燥脱水。

(一) 子房膨大阶段：

由于每年气温不同，从吐丝日到线性灌浆阶段开始，虽然播种时间相同，但是，所经历的天数也不同，一般为10—15天。1978年气温较高，吐丝后平均温度25.3℃，子房膨大11天就结束了。1979年平均气温为22.8℃，13天后就转入线性灌浆阶段。1980年平均气温为22.6℃，15天后才进入线性灌浆阶段。此阶段一般需积温300℃左右，积温得到满足就进入线性灌浆阶段。

分期播种使得同一生育阶段遇到的温度条件差别较大，对玉米子房发育的影响也比较明显。

由图1及表1的资料表明，1978年第二期4月20日播种，7月22日吐丝、吐丝后5天平均气温25—26℃时，子粒百粒干重为0.7克，百粒干重日增量为0.14克/日；第五期5月30日播种，7月31日吐丝，气温为22—23℃时，抽丝后11天，百粒干重才达

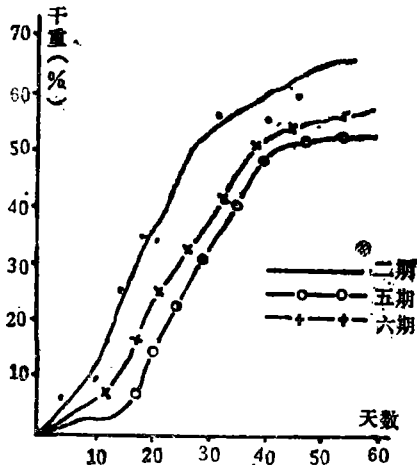


图1 玉米吉单101子实灌浆过程模式图

表1 不同播期子房增重表

年份	期次	抽丝日期	第一次取粒日期	抽丝至取粒天数 (天)	百粒干重 (克)	日增长率 (%)	平均温度 (℃)
1978年	2	7.22	7.27	5	0.70	0.140	25.9
	5	7.31	8.11	11	0.90	0.082	22.3
	6	8.15	8.31	16	1.05	0.066	21.2
1979年	2	7.23	7.30	7	0.575	0.082	23.1
	5	8.14	8.21	7	0.50	0.071	19.3
	6	8.19	8.29	10	0.72	0.072	19.2

0.9克，子粒的百粒干重日增量为0.082克/日；6月20日播种的，8月15日抽丝，抽丝后平均温度21℃时，16天后子粒百粒干重为1.05克，百粒干重日增量为0.066克/日；1979年因温度低，子粒干物质积累速度明显低于1978年，1978年的2、5、6期百粒干重为0.575克，0.50克和0.72克，分别比1978年同期各少0.125克，0.40克和0.33克。

通过图1、表1资料分析，初步认为子房膨大阶段，其发育受温度控制是比较明显的。一般以22—23℃以上为适宜。

(二) 线性灌浆阶段：

线性灌浆阶段开始的早晚，取决于子房膨大阶段时间的长短，气温高时子房膨大结束早的，灌浆阶段开始的也早；反之则晚。一般，子房膨大经半月左右，即进入线性灌浆阶段。从三年来子粒灌浆速度测定资料可以看出，适期播种的，玉米子粒线性灌浆阶段出现于吐丝后10—45天的时间内。平均温度19—21℃时，淀粉酶活性以20℃时最旺盛，淀粉合成最快，子粒干物质积累也最多。在30天左右的时间里，干物质积累量为子粒总干重的80%以上。

在温度为19—23℃范围时，子粒灌浆要求的温度条件基本得到满足，灌浆速度受温度制约较小，当气温降至适温以下时，降温幅度大，持续时间愈长，对灌浆过程阻碍作用愈大。以1978年第二期播种的，在线性灌浆期间的8月17—30日为例。8月17日—23日的平均气温为22.3℃，子粒灌浆速度每百粒为0.85克/日；8月24日—8月30日，急剧降温，日平均气温降至20.2℃，子粒灌浆速度也从0.85克/日，急减至0.50克/日。1979年第二期播种的在8月25日—9月1日也发生了急剧降温过程，由8月19—24日的20.2℃，降到18.4℃，灌浆速度也从1.35克/日，陡降到0.325克/日。

表2 低温对玉米灌浆速度影响

第 二 期				第 二 期				第 五 期			
时 段 (日)	气 温 (℃)	时 段 (日)	气 温 (℃)	时 段 (日)	气 温 (℃)	时 段 (日)	气 温 (℃)	时 段 (日)	气 温 (℃)	时 段 (日)	气 温 (℃)
1978·8月		8月		1979·8月		8月		1980·8月		9月	
17	22.7	24	21.9	19	18.6	25	22.4	19	23.5	1	20.7
18	20.6	25	25.7	20	20.2	26	19.1	20	24.1	2	19.5
19	22.1	26	21.3	21	23.3	27	16.5	21	21.9	3	19.1
20	21.1	27	17.7	22	20.3	28	16.5	22	19.9	4	18.0
21	23.1	28	17.8	23	19.1	29	20.5	23	19.7	5	16.4
22	24.5	29	16.9	24	19.7	30	21.1	24	19.8	6	13.4
23	22.0	30	16.8			31	17.9	25	21.6	7	12.9
						9月1	13.6	26	19.4		
								27	19.3		
								28	19.0		
平均温度	22.3	20.2		20.2		13.4		20.8			17.7
灌浆速度	0.85克/日~0.50克/日			1.35克/日~0.325克/日			0.911克/日~0.75克/日				

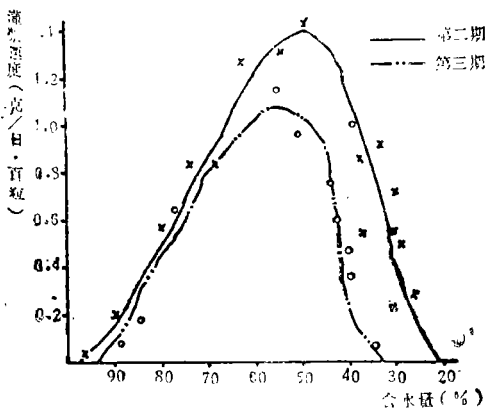


图2 灌浆速度与子实含水率关系

从图2灌浆速度曲线可以看出，灌浆过程除与温度有关外，还与子粒含水量有关。在80—40%的适宜含水量的范围内，子粒灌浆进行很快，灌浆高峰期出现于含水量45—65%之间。因为子粒含水量在45%以上时淀粉酶活性最旺盛，灌浆的生化过程才能活跃进行。

子粒灌浆高峰期过后子粒内干物质已经积累了90%以上，此后灌浆速度显著降低，子粒干物质增加也很少了，只不过5—6%，下一阶段子粒主要是脱水干燥。

(三) 种子脱水干燥

子粒灌浆高峰期过后，转入以脱水干燥为主的阶段。由于线性灌浆期刚结束，这时种子还含有较高的水分，一般为40%左右。子粒脱水快慢与气温有关。4月20日播种的，8月30日—9月8日，平均气温17.2℃，9月4日—9月10日平均气温16.7℃；子粒含水量降低了0.75克，从33.5%降至25.3%；平均每日降低1.4%。5月30日播种的，9月15日—9月22日平均气温13.6℃，子粒含水量降低0.6克，由39.5%降至38.2%；平均每日仅仅减少水0.17%；6月20日播种的第6期9月11—19日平均温度16.8℃，9月19日—10月4日平均气温15.6℃，含水量减少0.36克，由46.1%降到41.8%，每日只减少0.29%。各年度适期播种的玉米，在蜡熟末期种子含水量差别较大，主要是由于这阶段的温度的高低所决定的。

表3 子粒含水率表

年份	播期	日期	平均温度 (℃)	子实含水 率(%)	每日降低分 水(%)
78年	4月20日	8.30—9.3	17.2	33.5	1.4
		9.4—9.10	16.7	25.3	
	5月30日	9.11—9.15	18.8	39.5	0.17
		9.15—9.22	13.6	38.2	
	6月20日	9.11—9.19	16.8	46.1	0.29
		9.19—10.4	15.6	41.8	
79年	4月20日	9.10—9.18	15.8	40.4	1.73
		9.18—9.27	12.3	24.8	
	5月30日	9.18—9.24	12.8	50.6	0.92
		9.24—10.4	12.8	41.3	
	6月20日	9.18—9.27	12.3	55.9	0.94
		9.27—10.4	13.5	49.3	
80年	4月20日	9.1—9.13	16.7	31.5	0.30
		9.13—9.16	16.5	30.6	
	5月30日	9.16—9.25	12.7	37.0	0.50
		9.25—9.30	8.8	34.9	
	6月20日	9.25—9.27	9.3	62.6	0.27
		9.27—9.30	11.5	61.8	

当气温降到适温以下时，尤其寒潮袭击强烈降温时，降温持续时间愈长，低温冷害的程度就愈明显。

玉米子粒是从受精子房开始发育，经过膨大，线性灌浆，脱水干燥三个阶段，发育成胚健全、胚乳充实而饱满，具有光泽的种子。以玉米吉单101号品种而言，从抽丝起到成熟为止，一般则需要55天左右的时间，积温为1,100—1,200℃。由于年际间气候各异，气温有高有低，种子形成时间变动于50—60天之间。

通过子粒形成过程及灌浆速度的测定，对玉米子粒的发育与温度之间的关系，可以得出以下几点初步结论。

1. 子房膨大阶段为10—15天，对温度条件要求比较严格，是低温敏感期，气温一般在20—23℃以上为宜。

2. 玉米子粒线性灌浆阶段为35天左右，对温度要求并不高，日平均温度19℃以上就能迅速灌浆。

3. 在子粒含水量40—80%的范围内，温度高灌浆较快，温度低则灌浆速度较慢。

4. 通过子粒形成过程可知，影响玉米产量的关键时期是抽丝后10—45天内的气温高低，其中8月份的气温高低尤为重要。