

# 春小麦灌浆速度对粒重的影响\*

徐国锋 刘景松

(黑龙江省农科院作物育种所小麦研究室)

## 提 要

本文通过对春小麦五个不同熟期的品种籽粒灌浆进程,三年的观察资料,描述了春小麦籽粒灌浆的基本模式。

结合松哈地区三年的气象资料,分析了高温逼熟的现象及其可能的原因:比较分析了不同类型品种间灌浆速度的差异。根据实验结果,从籽粒灌浆角度提出了适合松哈地区栽培的小麦品种的生态类型:穗茎节短,耐高温,前期抗旱,后期耐湿灌浆速度快的早熟、中早熟品种。

## 前 言

小麦单位面积产量的构成是由亩穗数、单穗粒数和千粒重决定的。在我省由于小麦分蘖期温度上升快,分蘖时间短,所以在小麦生产上是以主穗为主的群体增产的栽培方式,因此决定小麦丰产的内在因素,是穗粒数和千粒重,而穗粒数又是较稳定的性状,故千粒重是造成小麦产量的不稳定和影响产量的重要因子。

千粒重是多基因控制的数量性状,因品种和栽培条件而异,与灌浆期间的气象条件,生长发育状况密切相关。在小麦灌浆期间,我省南部松哈地区,7月下旬~8月上旬,多出现高温多雨涝,这个时期正是中晚熟品种灌浆高峰期。由于高温多雨对中晚熟品种灌浆影响很大,至使中晚熟品种粒重普遍

下降,加之生产力水平的限制造成千粒重不高、不稳,严重的影响这一地区的小麦产量。

虽然粒重的形成是受许多因子综合制约的,但在品种间、不同生态类型间仍是有规律可循的。国内外已有这方面的报导<sup>[1,2]</sup>。本文试图通过对春小麦的灌浆过程三年的观察结果,并结合当地的气象资料,对五个熟期不同的小麦品种,在灌浆速度,干物质积累与气象条件的关系做一探讨,并结合对不同品种在灌浆过程的差异作初步的分析和讨论。以便寻求提高粒重的有效途径,为我省南部松哈地区选育躲高温,耐湿,高产,稳产,抗病质佳的早熟、中早熟小麦优良品种提供科学依据。

## 一、材料和方法

### 1. 材 料

选用不同熟期的品种五个,即早熟黑74~322,中早熟新曙光一号,中熟龙71~175,龙74~4555及中晚熟克早六号。

### 2. 方 法

三次重复,小区面积15~20平方米,顺序排列,各品种在开花的当天,每个重复选择开花一致,穗头大小一致的主穗挂上纸标做标记,一次挂完250个穗子,于开花后

\* 本试验由陈洪文副研究员、祁适雨助理研究员指导;于光华、白瑞珍、于世选、王世恩、李章模、周晚振、宋凤英等同志及1981年来院实习的佳木斯农校大专班姜潮同学等参加部分工作,均此致谢。

第六天上午取样，之后每隔两天取样一次，直至成熟为止。每次在一个品种的一个重复中随机取 25 个穗子，每穗从中部左右各取 10 粒。用卡尺量其长宽，然后用千分之一扭力天秤称鲜重。称鲜重后用100毫升量筒倒入 50 毫升配制好的 75% 酒精。测其容积(100容积 = 实测值减去 50 毫升)最后放入烘箱，经 95℃~100℃ 恒温 10 个小时称干重，再放回烘箱半小时再称，直至恒重。称完干重后的籽粒按品种每个重复装入一个纸袋准备进行蛋白质和淀粉含量测定。

3. 生育期间调查项目

播种期，出苗期，抽穗期，开花期，籽粒形成期，灌浆期，蜡熟期和完熟期。

二、结果和讨论

(一) 灌浆的基本模式

1. 从五个品种三年干、鲜重的灌浆曲线(图 1、2, 表 1)，整个灌浆过程是由慢到快又到慢，呈“S”型曲线。

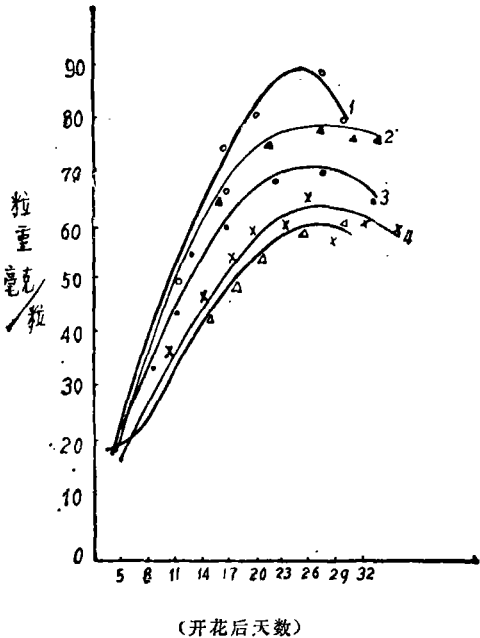


图 1 鲜重增长曲线 (三年平均)

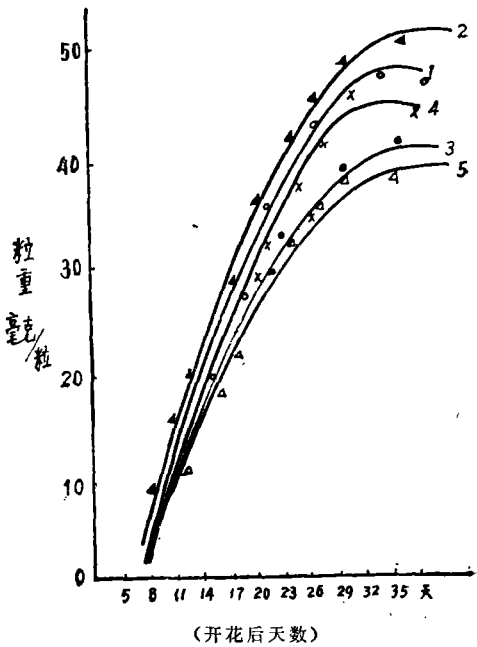


图 2 干重增长曲线 (三年平均)

注: 1. 黑 74-322 2. 新曙光一号 3. 龙 71-175  
4. 黑 74-4555 5. 克早六号

表 1 春小麦灌浆速度测定结果

年度	品 种	抽穗期 月/日	开花期 月/日	成熟期 月/日	灌 浆 速 度 (m/T)		
					初期	中期	后期
一九八〇	黑 74-322	6/11	6/15	7/15	1.20	2.00	1.15
	新曙光一号	6/17	6/22	7/22	1.60	2.15	0.77
	龙 71-175	6/21	6/23	7/24	1.20	1.60	0.90
	黑 74-4555	6/21	6/27	7/24	1.20	1.80	0.06
	克早六号	6/24	6/26	7/30	0.90	1.70	1.05
一九八一	黑 74-322	6/8	6/12	7/18	1.37	2.36	0.94
	新曙光一号	6/13	6/16	7/21	0.94	2.28	1.39
	龙 71-175	6/14	6/18	7/24	0.95	1.72	1.17
	黑 74-4555	6/17	6/19	7/25	1.15	2.01	1.13
	克早六号	6/18	6/22	7/27	1.01	1.76	0.77

这于张晓龙<sup>(1)</sup>等人的结论是一致的。由于卵细胞受精后合子进行有丝分裂，开始只是细胞数目的增多，体积增长很慢；接着细胞伸长扩大，体积鲜重增长很快，继而细胞进入分化期，只是内容物的充实，干物质逐渐积累，而水分则不断散失。故从鲜重的增

长速度来看呈现出逐渐下降的趋势。

从营养供应和植株生理状况来看，灌浆初期气温较低，影响到光合强度和物质运输，同时当中部籽粒开始灌浆时，上下部小穗还在开花，养份供应中心还未有全部转移到籽粒上来，所以初期灌浆速度较慢，而到了灌浆后期根系活力降低，中下部及上部叶片功能逐渐衰退，整个植株渐趋死亡，干物质积累开始减缓。

籽粒灌浆增长曲线客观的反映了品种籽粒灌浆速率与粒重呈显著正相关(表2)1980

年 $r = 0.36468$ , 1981年 $r = 0.99999^{**}$ , 1982年 $r = 0.97402^{**}$ 。这和 H.G.Nass<sup>(1)</sup>等人的结果是一致的。新曙光一号、黑74-322灌浆速率高的品种粒重大，克早六号、龙74-4555籽粒灌浆速率低的品种粒重小。1981年克早六号与黑74-322灌浆时间相同，可粒重竟差25.1%，1982年克早六号的灌浆天数比新曙光一号多20.7%，粒重确低于新曙光一号27.8%，可见春小麦灌浆速度慢的品种克早六号，龙74-4555对提高春小麦成熟时粒重有较大的影响。

表 2 春小麦籽粒灌浆与粒重的关系 (干重)

年 份	品 种	开花期 月/日	成熟期 月/日	灌浆期 (天)	灌 浆 速 率 毫克/粒/日	成熟时粒重 毫克/粒	灌浆速率与 粒重相关 (r)	灌浆期与 粒重相关 (r)
一 九 八 〇	黑 74-322	6/15	7/15	31	1.2042	37.33	0.36468	0.25750
	新曙光一号	6/22	7/22	31	1.3903	43.10		
	龙 71-175	6/23	7/24	32	1.0103	32.33		
	龙 74-4555	6/27	7/27	31	1.1613	36.00		
	克 早 六 号	6/27	7 24	28	1.1679	32.70		
一 九 八 一	黑 74-322	6 12	7/15	34	1.5471	52.60	0.99999**	—
	新曙光一号	6/15	7/18	34	1.4735	50.10		
	龙 71-175	6/18	7/21	34	1.2382	42.10		
	龙 74-4555	6 19	7/22	34	1.3735	46.70		
	克 早 六 号	6 22	7/25	34	1.1588	39.40		
一 九 八 二	黑 74-322	6/15	7/8	24	2.2500	54.00	0.97402**	- 0.95846*
	新曙光一号	6/11	7/9	29	1.7155	49.75		
	龙 71-175	6/12	7/15	34	1.1471	39.00		
	龙 74-4555	6/13	7/16	34	1.2412	42.20		
	克 早 六 号	6/14	7/18	35	1.0257	35.90		

注：\* 显著水平0.05      \*\* 极显著水平 0.01

小麦灌浆生长曲线根据吉林省农科院丁希泉同志《回归分析在农业科学中的应用》第五章观测值的修匀。

当对五个品种不同熟期的春小麦灌浆速率的平均值进行变量差分法分析，发现五个品种  $\Delta r$  值接近于常数时，最小的  $r$  值为 3，故采用三次多项式是适宜的 (表 3)。

$$A_r = \frac{\sum (\Delta r)^2}{n \cdot C_{2r}'}$$

式中  $r$  = 差分的阶； $N = n - r$ ； $N$  = 样本单元数； $C_{2r}'$  = 二项式系数，即： $C_{2r}' =$

$$\frac{2r!}{r! r!}$$

从图 1 籽粒生长曲线表明早熟种 黑74-322 中早熟种新曙光一号类型灌浆速度快，而在高温到来之前即结束灌浆，躲过 7 月下旬的高温逼熟，而灌浆速率低、开花晚的品种克早六号，因抽穗晚、开花迟、灌浆慢，开花时间晚，正好赶在 7 月下旬高温。高温逼熟只影响中晚熟品种，而对早熟、中早熟品种黑74-322，新曙光一号等灌浆速度快的品种影响不大。黑74-322，新曙光一号等品种熟期是松哈地区理想的生态类型。

表 3

小麦五个品种干、鲜重灌浆速度的差分分析表

品 种	差 分 的 阶 $r$		差 分 平 方 和 $\Sigma(\Delta r)^2$		$N = n - r$		$C_{1r}^r$		$n \cdot C_{1r}^r$		$\frac{\Sigma(\Delta r)^2}{n \cdot C_{1r}^r}$	
	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重	干 重	鲜 重
黑 74-322	1	1	2.7105	11.7346	9	9	2	2	18	18	0.1506	0.6519
	2	2	0.3928	1.9665	8	8	6	6	48	48	0.0082	0.0409
	3	3	0.7179	1.3793	7	7	20	20	140	140	0.0051	0.0098
	4	4	2.4315	2.3378	6	6	70	70	420	420	0.0058	0.0058
	5	5	8.7424	5.5570	5	5	252	252	1260	1260	0.0069	0.0044
	6	6	30.4794	17.9644	4	4	924	924	3696	3696	0.0083	0.0048
新 曙 光 1 号	1	1	2.6014	6.9706	9	9	2	2	18	18	0.1445	0.3873
	2	2	0.3378	1.3040	8	8	6	6	48	48	0.0070	0.0272
	3	3	0.8050	2.6545	7	7	20	20	140	140	0.0058	0.0189
	4	4	2.3846	6.6162	6	6	70	70	420	420	0.0057	0.0157
	5	5	6.7390	16.2914	5	5	252	252	1260	1260	0.0054	0.0129
	6	6	16.5830	34.9450	4	4	924	924	3696	3696	0.0045	0.0095
龙 71-175	1	1	1.6408	5.9417	9	9	2	2	18	18	0.0911	0.3300
	2	2	0.2208	6.5249	8	8	6	6	48	48	0.0046	0.1359
	3	3	0.2535	18.8109	7	7	20	20	140	140	0.0018	0.1344
	4	4	0.5189	48.2474	6	6	70	70	420	420	0.0012	0.1149
	5	5	0.9858	114.2996	5	5	252	252	1260	1260	0.0008	0.0907
	6	6	1.3938	251.2481	4	4	924	924	3696	3696	0.0004	0.0679
龙 74-455	1	1	2.1355	7.2262	9	9	2	2	18	18	0.1186	0.4014
	2	2	0.1011	7.8108	8	8	6	6	48	48	0.0021	0.1627
	3	3	0.1797	22.2659	7	7	20	20	140	140	0.0013	0.1590
	4	4	0.5558	65.1881	6	6	70	70	420	420	0.0013	0.1552
	5	5	1.8331	181.6626	5	5	252	252	1260	1260	0.0015	0.1442
	6	6	3.1257	488.9114	4	4	924	924	3696	3696	0.0017	0.1322
克 旱 六 号	1	1	1.4822	3.2115	9	9	2	2	18	18	0.0827	0.1784
	2	2	0.2062	0.5752	8	8	6	6	48	48	0.0043	0.0119
	3	3	0.3410	0.7700	7	7	20	20	140	140	0.0024	0.0055
	4	4	1.1570	1.9763	6	6	70	70	420	420	0.0028	0.0047
	5	5	4.2634	5.6496	5	5	252	252	1260	1260	0.0034	0.0044
	6	6	15.2938	15.5378	4	4	924	924	3696	3696	0.0041	0.0042

## (二) 气象因子与灌浆速度的关系

农业生产即光合生产,实际上是在一个不稳定的各类生态因素综合作用下,进行的能量转换,物质运输与分配利用的过程。生态因素中任何因子的波动,都直接地影响着这一生物学过程。从三年的试验结果来看,光温雨协调的1981年五个品种的粒重普遍高,而后期高温、雨涝严重的1981年粒重普遍低,1980年平均粒重36.3毫克;1980年平均粒重46.2毫克,比1980年高27.2%;1982年平均粒重44.17毫克比1980年高21.7%。

灌浆期间有效积温,日照时数和降雨量对粒重的增长的影响,从(表2)三年试验结果可以看出:粒重高取决于灌浆期间光、温、雨的协调的结果,而并不在于某一个单项因子的高低。1980年和1982年灌浆期间日照时数,积温均比1981年高,降雨量两年都低于1981年,平均粒重都比1981年低

(详见表2)。

灌浆后期高温、多雨的出现对籽粒灌浆速度和粒重有明显的影响。

1980年6月25日~6月28日连续四天出现了日均温度达28℃以上,相对湿度低于60%,下午二时的风速高于3级的天气,1981年7月23日仅出现一次上述天气。1982年由于严重干旱加之日照长,温度高,早熟品种比前两年普遍提早7~8天成熟。而中晚熟品种克早六号粒重普遍下降,上述原因主要是由于高温、蒸腾量加大,根系活力减弱,光合强度低,叶绿体含量减少,严重地影响了有机物质的制造、运输和积累。

在五个品种三年的测试得出以下结果。从籽粒含水量来看(表4),早熟,中早熟品种已接近成熟,含水率在20%左右,而灌浆速度慢的中熟品种龙74-4555,克早六号含水率还在30%以上,但整个植株已枯死。

表4 各次取样含水率的变化%

品 种	取 样 次 数										
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
黑 74-322	95.83	74.49	72.36	73.47	64.01	59.75	54.31	50.52	44.86	30.25	17.40
新曙光一号	77.43	75.52	74.67	71.42	66.41	60.19	54.06	48.05	40.26	41.09	23.81
龙 71-175	74.75	73.66	71.75	67.85	61.60	56.35	51.97	47.68	42.99	35.79	21.88
龙 74-4555	75.63	74.96	72.82	68.41	62.26	56.62	51.21	46.82	42.89	36.02	31.88
克 早 六 号	75.35	74.19	70.53	63.50	57.18	51.04	45.61	41.56	39.31	35.89	

因此灌浆速度慢的品种导致成熟时粒重低,不饱满,对产量影响较大。

## 三、品种间灌浆与产量的差异

从三年的试验结果可以看出(图1、图2),在松哈地区早熟、中早熟品种的灌浆速度比中晚熟品种的灌浆速度快。三年平均提早7~8天成熟,(正常年提早10~12天)。从三年三个品种(即龙麦11、新曙光一号,克

早六号)的产量结果来看(表5)龙麦11,新曙光一号两个品种由于开始灌浆时间早,7月20日以前基本上结束灌浆,熟期比中晚熟品种克早六号早10天左右,正好躲过7月下旬的高温、多雨。因早熟、中早熟品种灌浆速度快,粒大饱满,产量高。而中晚熟品种克早六号,灌浆速度慢、粒小、千粒重低,产量也低(表5)。

龙77异7088(龙麦11)四年五个试验结果平均亩产655.76斤,比克早六号平均亩产505.69斤,增产19.4%。新曙光一号三年试

表 5

1977~1982 年 三 个 品 种 产 量 比 较 表

试 验 年 份	试 验 类 别	新曙光一号 亩产 (斤)	龙麦11亩产 (斤)	克早六号亩产 (斤)	新 一 号 比 克 早 六 号 %	龙 麦 11 比 克 早 六 号 %
1977	品比试验	305.8		264.5	115.6	
1978	品比试验	613.8		521.8	117.6	
1979	品比试验	677.06	804.72	613.25	110.4	131.2
1980	品比试验		539.9	437.0		123.6
1981	品比灌水		665.6	550.5		120.9
1982	品比灌水		733.4	696.3		105.3
1982	品比抗旱		535.2	456.5		117.2
平均		532.22	655.76	505.69	114.5	119.64

验。平均亩产 532.22 斤，比克早六号平均增产 14.5%。试验结果可以初步证明松哈地区春小麦生态类型，早熟和中早熟品种有生产潜力，而中晚熟品种克早六号熟期类型对提高松哈地区的小麦产量有一定的局限性。

### 小 结

1. 三年灌浆速度的测定结果，整个灌浆过程的速度由快到慢，呈“S”形生长曲线，以灌浆中期最快，灌浆前期较慢，后期最慢。

2. 气象因子对灌浆速度有明显影响。从三年的试验结果可以看出：粒重的高低取决于灌浆期间乃至整个生育期间的光、温、雨的协调，而并不在于某一单项因子的高低。

3. 由于松哈地区 7 月下旬的高温、多雨湿度大的影响，遏制了克早六号，龙 74-4555 等品种的灌浆进程，使生产潜力发挥不出来。

4. 品种间灌浆速度的差异，是品种的特性，而这种特性是有其生理生化 and 形态学基础的。熟期的早晚对灌浆速度有明显的影响。

5. 鉴于上述情况育种部门应为松哈地区提供躲高温，抗青枯、抗旱，后期耐湿，灌浆速度快的早熟、中早熟和中熟品种。

6. 三年的试验结果证明：新曙光一号熟期类型适于松哈地区栽培，克早六号开花迟，灌浆速度慢的类型不适于松哈地区栽培。

### 主要参考资料

[1] 四川农学院张晓龙《小麦品种籽粒灌浆研究》，《作物学报》1982 年第八卷，第二期。

[2] 杭州市农科所小麦组《小麦灌浆速度的研究》，《杭州市农业科技》1977 年第六期。

[3] 河北农大邯郸分校，永年科委等《小麦籽粒形成及限制因素的初步分析》《河北农业科技》1980 年第五期。

[4] 刘承柳《杂交水稻籽粒灌浆特性的研究》《湖北农业科学》1980 第八期。

[5] 山东农学院刘殿英《小麦灌浆过程中的粒重问题》《山东农业科学》1981 第一期。

[6] 北农大刘静成《小麦开花灌浆期的生理特点与田间管理》《甘肃农业科技》1981 第二期。

[7] 洛阳市高、稳、低研究协作组等《郑州 761 小麦籽粒形成和灌浆规律的初步观察研究》《洛阳科技》1981 第一期，小麦专辑。