

化杀杂种小麦灌浆规律及粒重优势^{*}

张艳敏 李晋生 黄瑞恒

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

摘 要 对化杀杂种小麦灌浆特性及播期、密度、灌水效应的研究表明, 其灌浆规律与常规(亲本)品种相同, 籽粒增重遵循慢—快—慢的节律变化, 同时具有自己的特性。杂种的快速增重期较对照早 1~ 3天, 灌浆速度峰值超对照优势达 24.71%~ 46.34%, 且持续时间长, 灌浆速度的峰面宽, 因而单粒重比对照高 6~ 11mg 但不同部位小穗间的粒重差异依然存在, 且较对照大。杂种的灌浆特性与亲本有关, 但仍表现出明显的超亲优势。播期、密度、灌水等影响灌浆进程, 因而可通过亲本选配、强优势组合筛选及农艺措施调节进一步发挥杂种的粒重优势。

关键词 杂种小麦 籽粒灌浆 播期 密度 灌水 化学杀雄

利用杂种优势是大幅度提高小麦单产的主要途径之一。众多研究报道认为 T 型杂种小麦的优势主要表现在粒重上^[1, 2], 化杀杂种小麦的灌浆特性与 T 型杂种或常规品种有何异同, 尚未见报道。本文分析了化杀杂种小麦的灌浆特点及其与亲本和对照的异同, 以及播期、密度、灌水等主要农艺因子对杂种小麦籽粒灌浆的影响, 以期为进一步发挥杂种的粒重优势的措施提供理论依据。

1 材料和方法

试验于 1992~ 1994年在河北省粮油作物研究所进行。试区土壤为壤质土, 0~ 20cm 土层养分含量: 有机质 2.0%, 全氮 0.103%, 全磷 0.173%, 碱解氮 71.1mg/kg, 速效磷 26.0mg/kg, 速效钾 106.3mg/kg。

1992年设播期(9月 25日、10月 5日、10月 15日)、密度(2万、10万、18万)两个单因素试验, 供试品种为冀杂 901 冀麦 30。1993年和 1994年为不同灌水组合试验: A. 起身水+ 拔节水+ 抽穗水+ 灌浆水; B. 拔节水+ 抽穗水+ 灌浆水; C. 全生育期不灌水。三次重复。供试品种为冀杂 901 冀杂 891 化优 3号、冀麦 30 冀麦 31。

开花日选生长整齐一致, 同时开花穗挂牌标记, 自花后第 5天起, 每隔 2天随机选取标记穗 10~ 20穗, 测整穗籽粒的增重情况。1993年按上部小穗(6个)、下部小穗(6个)和中部小穗

分别烘干称重, 计算粒重 以花后天数为自变数 x , 以粒重为变数 Y , 用二次插值法拟合籽粒增重的 Logistic 方程: $Y = C / (1 + e^{at - bx})$, 从中求解灌浆速度参数^[3]。

2 结果与分析

2.1 化杀杂种小麦的灌浆特点

化杀杂种小麦与对照种一样, 籽粒增重均遵循 Logistic 函数, 呈现慢—快—慢的节律变化。花后 10 天内, 杂种小麦粒重与对照无明显差异, 但之后的快速增重期杂种小麦灌浆速度快, 且持续时间长 (图 1), 因而粒重显著高于对照; 杂种冀杂 901 冀杂 891 化优 3 号等较对照冀麦 30 高 6~11 mg/粒。与亲本冀麦 31 相比, 冀杂 901 的最高灌浆速度 (V_{max}) 稍低, 但其籽粒快速增重期和缓增期长, 灌浆速度峰面宽 (图 2), 粒重较亲本高 3~4 mg/粒, 差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。

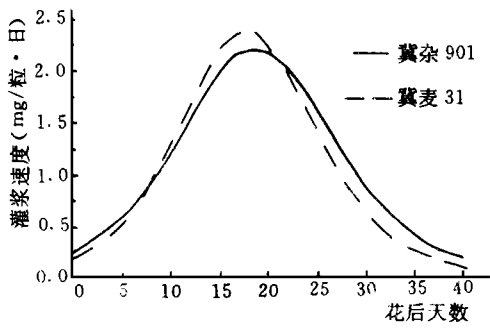
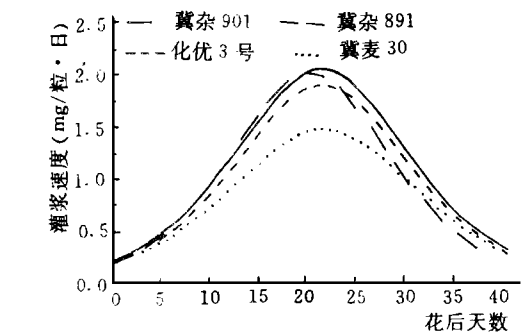


图 1 杂种小麦与对照冀麦 30 的灌浆速度比较 图 2 杂种冀杂 901 与亲本冀麦 31 的灌浆速度比较

2.2 不同部位小穗籽粒灌浆特点及其粒重分布

表 1 不同部位小穗的灌浆参数

部 位		冀麦 30	冀杂 891	化优 3	冀杂 901
上部	V_{max}	1.3526	1.8708	1.8708	1.9524
	Gw	35.38	39.10	41.37	44.94
	t1	7.72	5.90	6.60	5.60
	t2	36.02	33.20	34.84	35.60
	T	28.30	27.30	28.24	30.00
中部	V_{max}	1.5537	2.1126	1.9376	2.1298
	Gw	40.92	48.11	48.17	53.47
	t1	5.98	5.03	5.28	4.65
	t2	36.73	35.75	37.56	38.62
	T	30.75	30.72	32.28	33.97
下部	V_{max}	1.4352	2.1002	1.8728	2.0602
	Gw	38.27	45.33	45.22	51.13
	t1	8.65	6.87	7.74	6.03
	t2	38.49	35.90	38.60	39.13
	T	29.84	29.03	30.86	33.10

注: V_{max} 为最大灌浆速度, 单位 mg/粒·日; Gw 为最终粒重, 单位 mg/粒; t1 t2 T 分别表示灌浆速度大于 0.5 mg/粒·日的开始、结束及持续天数。

2 2 1 不同部位小穗的籽粒增重情况 各部位小穗的籽粒增重均依花后天数呈 S 型曲线变化,但中部小穗从一开始粒重就高于下部和上部小穗,灌浆后期差异更明显,不同品种间的趋势一致。冀杂 891 冀杂 901 化优 3 号的中部与上部小穗最终粒重之差为 6 8~ 9 01m g 粒,显著高于对照冀麦 30(5 54m g 粒),中部与下部小穗粒重之差杂种与对照较接近(2 34~ 2 95m g 粒)。上部小穗粒重在籽粒形成期及灌浆前期较下部小穗高,但到灌浆后期下部小穗籽粒增重超过上部小穗。这一变化出现的时间,杂种小麦冀杂 891 冀杂 901 在花后 22~ 25 天,对照冀麦 30 在花后 33 天左右。最终上、下部小穗粒重之差,冀杂 891 冀杂 901 为 6 19~ 6 23m g 粒,冀麦 30 为 2 89m g 粒(表 1)。

2 2 2 不同部位小穗籽粒灌浆速度及持续时间

不同部位小穗间灌浆开始早晚、速度快慢、持续时间长短有很大差异(表 1)。以灌浆速度达 0 5m g 粒·日作为灌浆起始临界值,中部小穗开始的最早,上部次之,下部最晚。杂种小麦中部与下部小穗的灌浆始期相差 1 4~ 2 5 天,而对照则相差 2 7 天,超过杂种小麦,主要是下部小穗灌浆推迟较多所致;灌浆终止时间以上部小穗最早,中部次之,下部最晚;持续期以中部小穗最长,上部小穗最短,下部小穗居中,杂种小麦中部小穗较上部小穗多 2 5~ 4 1 天,较下部小穗多 0 9~ 1 7 天;最大灌浆速度与持续期趋势一致,各杂种中部小穗平均 V_{max} 较上、下部小穗分别高 0 1620m g 粒·日(8 54%), 0 049m g 粒·日(2 47%),对照中部小穗分别比上、下部小穗高 0 2011m g 粒·日(14 87%)和 0 1185m g 粒·日(8 26%)。

表 2 粒重与各灌浆参数的简单相关系数

	C	Tmax	Vmax	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y	Y ₁	Y ₂	Y ₃
C	1 0000										
Tmax	0 6991*	1 0000									
Vmax	0 4422	- 0 1768	1 0000								
X ₁	0 5990*	0 3149	0 6813*	1 0000							
X ₂	0 3293	0 7438	- 0 6651*	- 0 2579	1 0000						
X ₃	0 3276	0 7442	0 6666*	- 0 2563	1 0000*	1 0000					
X ₄	0 5173*	0 8626*	- 0 5015*	0 0302	0 9582*	0 9584*	1 0000				
Y	0 5429*	- 0 1324	0 9597*	0 5919*	- 0 5907*	- 0 5929*	- 0 4365	1 0000			
Y ₁	0 4718	0 4222	- 0 2046	- 0 4215	0 6686*	0 6656*	0 5658	- 0 0499	1 0000		
Y ₂	0 4115	- 0 2241	0 9717*	0 6725*	- 0 7210*	- 0 7224*	- 0 5471	0 9722*	- 0 2845	1 0000	
Y ₃	0 4129	- 0 2239	0 9718*	0 6709*	- 0 7197*	- 0 7212*	- 0 5464	0 9710*	0 2881	1 0000	1 0

注: C、 V_{max} 、Tmax 分别表示粒重、最高灌浆速度及达最高灌浆速度的花后天数;

X₁、X₂、X₃、X₄ 分别表示渐增期、快增期、缓增期及总历期天数;

Y₁、Y₂、Y₃、Y 分别表示上述各阶段的平均灌浆速度。

2 2 3 杂种粒重优势与不同部位小穗的灌浆特性 由表 1 可见,杂种小麦上、中、下不同部位小穗灌浆开始分别较对照早 1 1~ 2 1 天,0 7~ 1 3 天,0 9~ 2 6 天;最高灌浆速度分别较对照高 0 44~ 0 60 0 38~ 0 58 0 44~ 0 67m g 粒·日,其超对照优势分别为 32 58%~ 44 34%,24 71%~ 37 08%,30 49%~ 46 34%;最终粒重分别较对照高 3 72~ 9 56 7 19~ 12 55 6 95~ 12 86m g 粒,其超对照优势分别为 10 51%~ 27 02%,16 98%~ 31 43%,18 16%~ 33 6%。与对照相比,杂种各部位小穗的灌浆及粒重均具优势,但主要是中下部小

穗。杂种上部与下部小穗粒重差异较对照大,与其下部小穗的灌浆速度、持续期、粒重等超对照优势较大有关。

2.3 粒重与灌浆参数的相关分析

粒重理论C值与各灌浆参数的简单相关系数见表2。可以看出,粒重与渐增期长短和达 V_{max} 的时间 T_{max} 呈极显著正相关($r = 0.5990^{**}$, $r = 0.6991^{**}$)与总灌浆期和平均灌浆速率呈显著正相关,与最大灌浆速率相关不显著,最大灌浆速率与渐增期长短呈极显著正相关($r = 0.6313^{**}$)。这与渐增期长、胚乳细胞分化数目多、籽粒库容相对较大有关。渐增期长的快增期、缓增期的灌浆速率也较大。

2.4 农艺措施对籽粒灌浆的调控作用

2.4.1 播期 在9月25日至10月15日播期范围内,杂种与对照的灌浆特性略有异同。随播期推迟,冀杂901的 V_{max} 降低,出现日推迟,达某一灌浆速度的临界值出现始、终日推迟,持续天数在灌浆速度小于 $2.0\text{mg}/\text{粒}\cdot\text{日}$ 时各播期间差异不大,但大于 $2.0\text{mg}/\text{粒}\cdot\text{日}$ 时偏晚播处理明显减少,千粒重呈降低趋势。对照冀麦30以10月5日的灌浆速度及粒重最高,9月25日、10月15日播期条件下,灌浆速度没有达到 $2.0\text{mg}/\text{粒}\cdot\text{日}$ 。不同播期条件下,杂种的超对照优势不同,9月25日播期条件下,冀杂901的 V_{max} 超对照优势为20.99%,持续期优势为4.6%,最终粒重优势为16.94%;10月5日播期分别为12.57%,5.67%,13.22%;10月15日播期分别为20.0%,5.33%,13.19%。杂种的灌浆速度及粒重优势较大,持续期优势较小,粒重优势随播期推迟而降低。

2.4.2 密度 随着种植密度的增加,灌浆持续天数减少,灌浆速度及粒重降低。不同密度条件下,冀杂901的灌浆速度及粒重均高于对照冀麦30。2万/亩基本苗处理条件下,冀杂901的 V_{max} ($2.324\text{mg}/\text{粒}\cdot\text{日}$)超对照优势为19.86%,持续期优势为10.52%,粒重($55.7\text{mg}/\text{粒}$)优势为22.76%;10万/亩基本苗处理分别为16.47%,5.02%,14.46%;18万/亩苗处理分别为10.2%,8.19%,和14.1%。杂种的灌浆速度及粒重优势随密度增加而降低。

2.4.3 灌水 连续两年的试验表明,在密度较小(10万苗左右),群体不大情况下,春季首次供水时间(起身期或拔节期)对灌浆各历期的长短及速度大小等有一定的调节作用,最终粒重以起身期灌水的较高。

3 讨论

杂种小麦具有显著的粒重优势^[1]。本研究表明,杂种小麦具较高粒重优势的基础在于灌浆速度高、持续时间长,或者说灌浆速度高峰维持时间长、峰面宽、灌速对时间的有效积分面积大,因而粒重高。据报道,杂种小麦籽粒发育期内源生长素的细胞分裂素含量高,胚乳细胞分裂旺盛,伸长快,为扩大库容奠定了基础^[4]。本研究表明,渐增期长短与最大灌速呈极显著正相关,进而说明籽粒形成期胚乳细胞数目的形成对于籽粒库容的重要性。杂种小麦发达的根系结构^[5],充足的叶源量^[4]对维持较长的灌浆时间、充实库容、提高粒重十分有利。杂种小麦较常规(亲本)小麦粒重高,但未能改变不同部位小穗间的粒重差异,这与余叔文^[6]“有机养料供应充足,粒重增加的同时,不同小穗、不同粒序籽粒之间粒重差异仍然存在”的观点有类同之处。

栽培措施对灌浆进程有明显的调控效应。生产实践中,可通过品种选育、播期密度调整、肥

水管理等措施创造有利于籽粒灌浆的环境条件, 进一步发挥杂种小麦的粒重优势。

参 考 文 献

- 1 黄铁城等. 杂种小麦研究——进展、问题及展望. 北京: 农业出版社, 1989 1~ 22
- 2 孙其信等. T型杂种小麦优势表现及遗传基础II. 杂种优势与配合力效应的关系. 北京农业大学学报, 1985 11(4): 65~ 93
- 3 刘仲齐等. T型杂种小麦灌浆特性的研究. 西南农业学报, 1993 6(2): 26~ 31
- 4 王树安等. 杂种小麦源库基本特性的研究. 作物学报, 1994 20(4): 426~ 431
- 5 黄瑞恒等. 杂交小麦根系生育特点研究. 河北农业大学学报, 1993 16(4): 156~ 161
- 6 余叙文. 在不同养料和水分供应条件下小麦粒重分布的研究. 植物生理学报, 1964, 1(增刊): 272~ 283

Grain Filling Characteristics of Hybrid Wheat Accumulated with Chemicals and Its Grain Weight Heterosis

Zhang Yanmin

Li Jinsheng

Huang Ruiheng

(Cereal and Oil Crops Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031)

Abstract The results of studies on grain filling characteristics of hybrid wheat accumulated with chemicals and the effects of such agronomical measurements as plant date, planting density and irrigation indicated that hybrid wheat having the same grain weight increase pattern as common wheat (check), showed its own grain filling characteristics. The date of fast grain weight increase for the hybrid wheat was 1~ 3 days earlier than common wheat variety Jinai 30 so that its grain filling period was longer. The heterosis of maximum grain filling rate was 24.17~ 46.34%. Final grain weight was 6~ 11 mg/grain higher than that of common wheat (check), but the grain weight difference between different spikelets was greater. Grain filling characteristics of the hybrid wheat has some relationship with its parents. The process of grain filling was affected by plant date, planting density and irrigation management etc, therefore, grain weight could be further improved through parental selection and cultivation measurements.

Key words Hybrid wheat; Grain filling; Plant date; Planting density; Irrigation; Chemical