

杂种小麦分蘖发生、成穗及农艺因子效应

张艳敏 李晋生 黄瑞恒 石云素 王 勤 赵双进

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

摘 要 连续 3 个年度的杂种小麦分蘖发生、成穗规律研究结果表明, 化杀 (CHA) 杂种小麦分蘖发生早, 着生次生根多, 长势强, 干物质积累快, 蘖质系数高, 分蘖与主茎的差距小, 成穗相对较整齐, 穗粒重高, 为降低密度, 利用分蘖成穗奠定了基础; 播期、密度、供水等影响分蘖的生长, 但主要是高级位分蘖的差异; 随播期推迟, 密度增加, 杂种优势降低, 但稀播 ($90\text{万苗}/\text{hm}^2$ 以下) 和早播 (9 月 25 日) 时主茎或 I 级分蘖成穗率受到影响; 在适期早播情况下, $90\sim 210\text{万苗}/\text{hm}^2$ 可以获得较好结果。春季早浇起身水可促进高位一级分蘖和晚生二级分蘖的生长, 但群体质量降低, “前控”管理可使群体稳健发展, 省水、节能、高产、稳产。

关键词 杂种小麦 分蘖 成穗 农艺因子 效应

近几年来, 小麦杂交制种技术进展迅速, 强优势组合杂种开始在生产上示范, 但由于对其基本的生物学特性的掌握远不够精深, 杂交小麦高产栽培技术研究还十分薄弱^[1, 2]。分蘖是小麦的重要生物学特性之一, 国内外学者对分蘖特性进行过大量研究, 特别是叶蘖同伸规律因其在群体调控等方面的重要作用而在生产实践和科学研究中被广泛应用。目前, 对杂种小麦的分蘖特性研究较少^[3, 4], 对杂种小麦不同级位分蘖的发生、成穗规律及农艺性状的研究尚未见报道。本研究对 CHA 杂种小麦的分蘖成穗规律及其播期、密度、供水效应等进行了研究和探讨。

1 材料和方法

试验于 1991~ 1994 年间在河北省农林科学院粮油作物研究所进行。前茬青储玉米, 壤质土壤 0~ 20cm 养分含量: 有机质 $2.0\text{g}/\text{kg}$ 全氮 $1.03\text{g}/\text{kg}$ 全磷 $1.73\text{g}/\text{kg}$ 碱解氮 $71.1\text{mg}/\text{kg}$ 速效磷 (P) $26.0\text{mg}/\text{kg}$ 速效钾 (K) $106.3\text{mg}/\text{kg}$

1.1 试验设计

1991~ 1992 年度 (1992 年度, 下同) 设五个播期 (9 月 25 日、9 月 30 日、10 月 5 日、10 月 10 日、10 月 15 日), 供试品种为冀杂 901 冀麦 30 (对照)、冀麦 31 (亲本), $150\text{万}/\text{hm}^2$ 基本苗。1993 年度设品种 \times 密度 \times 水分三因素试验, 品种为冀杂 901 冀麦 30 (对照), 密度为 75

150 225 300万 /hm² 基本苗, 灌水处理为: (A)冻水+ 拔节水+ 抽穗水+ 灌浆水; (B)起身水+ 拔节水+ 抽穗水+ 灌浆水; (C)拔节水+ 抽穗水+ 灌浆水。裂区设计, 水分为主区, 品种× 密度为副区, 主区之间设一隔离区, 完全随机排列。另设化优 1号、冀杂 891 冀杂 901和新化优 3号四个杂交种的微区试验, 以冀麦 30为对照, 10月 5日播种, 150万 /hm²基本苗。

1994年度设 (1)分蘖成穗的灌水效应: 供试品种为冀杂 901 冀麦 30 冀麦 31, 灌水方式为 A、B、C、D (代号内容同 1993年度, D 为全生育期不浇水), 3次重复, 随机排列, (2)分蘖成穗的密度效应: 供试品种同上, 密度为 30 90 150 270 330 390和 450万 /hm²基本苗。

1 2 调查项目及方法

分蘖发生情况: 出苗后定株 (30)观察, 记载分蘖的发生, 隔 2d调查一次, 挂牌标记分蘖。

表 1 分蘖发生时间

年度	播期	品种	I	II	III	IV	I _p	II _p	III _p
1992	9/25	冀杂 901	10/13	10/16	10/22	10/30	10/22	10/27	11/3
		冀麦 30	10/14	10/18	10/24	11/2	10/27	10/31	11/7
		冀麦 31	10/16	10/20	10/26	11/5	10/27	10/31	11/10
	9/30	冀杂 901	10/20	10/24	10/30	11/9	10/30	11/4	11/21
		冀麦 30	10/23	10/26	11/2	11/14	11/4	11/7	11/26
		冀麦 31	10/23	10/26	11/2	11/15	11/2	11/7	11/26
	10/5	冀杂 901	10/27	10/31	11/5	11/22	11/7	11/16	11/30
		冀麦 30	10/30	11/2	11/11		11/12	11/23	
		冀麦 31	10/29	11/1	11/9	11/28	11/9	11/19	
	10/10	冀麦 901	11/2	11/8	11/22		11/19		
		冀麦 30	11/3	11/11	11/28		11/26		
		冀麦 31	11/2	11/9	11/29		11/27		
	10/15	冀杂 901	11/16	11/27					
		冀麦 30	11/19						
		冀麦 31	11/17	11/31					
1993	10/5	化优 1号	10/31	11/7	11/23		11/30		
		冀杂 891	11/2	11/8	11/23		11/26		
		冀杂 901	11/2	11/8	11/24		11/28		
		新化优 3	10/31	11/7	11/23		11/23		
		冀麦 30	11/3	11/10	11/28		12/4		
1994	10/5	冀杂 901	10/25	10/29	11/4	11/20	11/5	11/14	2/20
		冀麦 31	10/26	10/31	11/7	11/10	11/9	12/21	2/28
		冀麦 30	10/26	10/31	11/5	12/16	11/9	11/29	2/17

注: 各处理均为 150万 /hm²基本苗, 不浇冻水和起身水。

分蘖发育状况: 于越冬前、起身、拔节、孕穗、开花、灌浆等主要生育时期取苗, 室内考察各级位分蘖的次生根、叶面积、干重等。

分蘖成穗情况: 成熟后取回调查标记株, 考查每个蘖的成穗情况及穗部性状。

2 结果与分析

2 1 分蘖发生及农艺因子效应

1992 1993年度定株调查表明 (表 1), 杂交种冀杂 891 冀杂 901 化优 1号、新化优 3号等分蘖的发生均比对照冀麦 30或亲本冀麦 31早, 而且随分蘖级位的升高, 差异加大。如分蘖I 早 1~ 3d, 分蘖II 早 1~ 4d, 分蘖III早 2~ 7d, 二级分蘖I_p 早 4~ 11d……, 1994年度趋势相同。

分蘖发生率品种间Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ蘖的差异极小。杂交种冀杂 891 冀杂 901 的高位一级蘖和二级蘖明显高于对照冀麦 30 与亲本冀麦 31 相当, 表明杂交种的分蘖率与亲本有关

不同供水、不同密度对低位蘖的影响较小, 主要是对高位一级蘖和二级蘖有一定促控。浇冻水后地温降低, 抑制了冻融期内分蘖的发生, 推迟了某些蘖的发生时间并降低其发生率; 起身水基本不促进分蘖发生, 只是促进小蘖生长。两年结果一致。随种植密度增加, 高级位分蘖发生率降低。高肥地力施肥对分蘖发生的影响不甚明显。

2 2 分蘖素质及农艺因子效应

不同播期、密度、供水等试验均表明, 杂种小麦单株干物质积累的优势主要表现在分蘖优势上, 以 1993 和 1994 年度的供水试验调查结果 (表 2) 为例, 与对照冀麦 30 相比, 化杀杂种冀杂 901 拔节期主茎干重优势仅 4 5% ~ 6 4%, Ⅰ ~ Ⅲ蘖优势为 14 4% ~ 21 6%, 二级蘖优势为 72 9%, 与亲本冀麦 31 相比, 冀杂 901 的主茎优势为 11 6%, Ⅰ ~ Ⅲ蘖优势为 14 5%, 二级蘖基本相当。由于杂种干重的分蘖优势大于主茎优势, 杂种的蘖质系数 (分蘖干重 / 同期主茎干重) 明显较高, 分蘖与主茎的差距相对较小, 蘖齐而壮, 杂种小麦分蘖素质较高的另一重要表现是分蘖次生根优势大, 冬前次生根的主茎优势为 4 8%, 而Ⅰ 蘖优势为 65 8%; 孕穗期次生根的主茎优势为 0 3%, 而分蘖优势为 45 5%。

表 2 拔节期各级位分蘖的干重 (g) 及蘖质系数 (%)

年度	品种	项目	主茎	Ⅰ ~ Ⅲ	Ⅳ ~ Ⅴ	Ⅰ _p ~ Ⅰ ₁	Ⅱ _p ~ Ⅱ ₁	Ⅲ _p ~ Ⅲ ₁	单株干重
1993	冀杂 901	干重	0 509	0 988	0 154	0 292	0 153	0 051	2 241A
		系数	100	64 7	15 1	19 1	15 0	5 0	
	冀麦 30	干重	0 487	0 864	0 103	0 195	0 108	0 019	1 694B
		系数	100	59 1	10 6	13 3	11 1	2 0	
1994	冀杂 901	干重	0 385	0 823	0 087	0 225	0 252	0 028	1 80A
		系数	100	71 3	11 3	19 5	32 7	3 6	
	冀麦 30	干重	0 362	0 677	0 075	1 168	0 089		1 371B
		系数	100	62 3	6 9	15 5	12 3		
	冀麦 31	干重	0 345	0 719	0 098	0 227	0 150		1 539A B
		系数	100	69 5	9 5	21 9	21 7		

注: 各供水处理平均, 数字后字母表示差异显著水平为 1%。

表 3 供水对分蘖干物质积累的影响

生育期	处理	主茎	Ⅰ ~ Ⅲ	Ⅳ ~ Ⅴ	Ⅰ _p ~ Ⅰ ₂	Ⅱ _p ~ Ⅱ ₁	Ⅲ _p ~ Ⅲ ₁	单株重
起身期	A	0 185	0 320	0 074	0 101	0 072	0 021	0 616
	C	0 210	0 370	0 056	0 143	0 075	0 018	0 707
拔节期	A	0 357	0 704	0 115	0 172	0 011	0 012	1 223
	B	0 374	0 763	0 098	0 218	0 171	0 039	1 489
	C	0 372	0 747	0 084	0 187	0 104	0 011	1 430
孕穗期	A	0 841	1 869	0 361	0 405	0 288		3 131
	B	0 822	1 984	0 386	0 427	0 364		3 249
	C	0 865	1 976	0 307	0 456	0 349		3 349
	D	0 890	2 038					2 786
成穗期	A	2 550	6 378	1 536	3 180	1 413		9 754
	B	2 681	6 546	1 615	2 952	1 181		10 491
	C	2 509	6 394	1 302	2 821	1 370		10 268
	D	2 597	6 493					7 237

注: 数字为品种平均

前期不同供水对分蘖干物质的积累与分配有较大影响。杂种与普通品种对水分的反应相同。据起身调查, 冻水处理的单蘖干重比对照低 26.2~19.1mg, 单株干重降低 14.8%~40.8% (表 3), 起身水能增加拔节期的干物质积累量, 其拔节期单蘖干重显著高于其他处理, 但主茎及Ⅰ~Ⅲ蘖干重占单株总干重的比率比晚管的拔节水处理低, 而高位蘖如Ⅳ、Ⅱ_p、Ⅱ_i、Ⅲ_p等拔节期干重和蘖质系数显著高于其他水处理。成熟期冻水、起身水、拔节水的平均单蘖重、单株干重无显著差异, 不浇水的平均单蘖重显著高于其他处理, 而单株干重显著低于其他处理。种植密度对分蘖素质有显著影响, 随密度增加, 分蘖干重及蘖质系数降低。

2.3 分蘖成穗与农艺因子效应

主要成穗蘖的成穗率杂种与对照及亲本差异不大, 但单株平均成穗率杂种低于对照, 这与杂种高位蘖的高发生率、相对低成穗率有关。

播期对主茎及大蘖的成穗率影响较小 (早播暖秋冷冬造成冻害的情况除外), 主要影响二级蘖的成穗及其在群体穗数组成中的比例。如 1991年 9月 25日~10月 5日播期条件下, 二级蘖及胚芽鞘蘖穗占成穗数的 30%左右, 10月 15日晚播条件下为 13%左右 (表 4)。

种植密度对分蘖成穗率的影响也主要表现在高级位蘖上, 密度上升到 210万 /hm²以后, 高位一级蘖的成穗率锐减, 二级蘖基本不能成穗, 各品种趋势一致。稀播 30~90万 /hm²条件下, 主茎 (有时包括Ⅰ 蘖) 的成穗率明显降低 (表 5), 连续几年的密度试验均发现这种现象。有关机理有待进一步研究。

表 4 不同播期条件下的分蘖成穗情况

播期	项目	M	I	II	III	IV	I _p	I _i	II _p	II _i	III _p	O
9/25	成穗率	66.3	85.6	95.4	90.0	68.4	81.4	24.1	45.8	18.4	24.6	50.0
	穗数%	11.1	13.9	15.8	15.0	11.7	8.4	8.5	7.2	3.0	4.1	3.5
10/5	成穗率	98.2	98.4	94.7	94.7	59.1	65.3	36.9	24.4	6.5	0.8	32.1
	穗数%	15.5	15.5	14.9	14.9	9.5	10.1	4.8	7.0	0.5	1.4	6.5
10/15	成穗率	98.4	95.3	88.9	38.4		/	/				5.4
	穗数%	22.8	23.2	22.1	18.7		5.9	0.7	0.3			5.3

注: 穗数% = 某级位分蘖穗数 / 单株总穗数 × 100

表 5 不同密度下的分蘖成穗率 (%)

密度 (万株 /hm ²)	M	I	II	III	IV	I _p	I _i	II _p	III _p	O
30	80	100	100	100	100	97.5	67.5	80.0	33.3	86.1
90	95	100	100	92	16.9	70.4	6.0	26.4		44.0
150	100	100	87.5	58.3	19.2	57.3		28.8	17.9	94.0
210	100	100	91.7	45.8						
270	100	86.6	71.6	41.2		13.6		23.0		
330	100	72.2	45.5	16.6						
390	100	81.6	33.3	15.6						
450	100	78.0	31.8	7.8						

不浇水处理各级位分蘖成穗率均较低, 高级位分蘖降低得更突出; 其他三种水分间无显著差异。冻水情况下, 杂种冀杂 901主茎成穗率显著较低, 与其发育快、抗冻性差有关; 与春季晚

管 (C)相比, 中密度 (150万 /hm² 基本苗)条件早浇起身水 (B)并未提高各蘖的成穗率 (表 6)。

表 6 不同浇水条件下的分蘖成穗率 (%)

品 种	水分	M	I II	III	IV I p,II p	平均
冀杂 901	A	72 3	99 5	99 0	42 6	59 2
	B	94 2	97 1	96 2	26 1	57 3
	C	89 7	97 4	85 4	37. 8	55 2
	D	72 0	80 6	49 9	7. 1	35 6
冀麦 31	A	94 9	96 8	76 9	20. 4	55 3
	B	98 7	96 8	86 1	35. 7	59 9
	C	95 1	98 8	90 1	36. 7	57 6
	D	74 5	76 5	48 0	2 4	34 9
冀麦 30	A	100	94 3	73 3	27. 4	61 4
	B	98 7	97 8	78 0	24. 8	52 9
	C	99 0	97 5	82 8	37. 9	59 5
	D	88 8	83 3	46 3	15. 1	48 0

2 4 穗部性状及农艺因子效应

综合各年度试验, 杂种的穗粒数比亲本略有优势, 平均为 7 2%, 与对照相比, 有的有优势, 有的是负优势, 与亲本有关, 提高穗粒数应从亲本选择入手; 无论与对照还是与亲本相比, 杂种千粒重均有明显优势, 平均为 19 2%, 穗粒重杂种显著高于亲本和对照, 平均优势为 26 3%。

随播期推迟, 主要成穗蘖的穗粒数增加, 千粒重降低, 品种间趋势一致, 冀杂 901一级蘖穗粒重以 10月 5日播期最高, 二级蘖穗粒重随播期推迟而降低; 适期播种, 冀杂 901主茎、I II、III蘖的超对照优势分别为 10%、22 8%、22 4%和 22 7%; 晚播条件下分别为 0 3 8%、2 5%、- 5 9%。杂种分蘖的超对照优势高于主茎, 随密度增加, 杂种的分蘖穗部优势降低。

在穗部性状上, 杂种对水分的反应不同于对照及亲本。不浇水条件下, 杂种冀杂 901穗粒数的降低幅度比对照大, 穗粒数的降低幅度以及千粒重与亲本相当, 但在浇水条件下, 杂种的千粒重明显高于亲本, 更高于对照, 表明杂种在千粒重上有极显著的优势, 并且对水分的要求高于亲本及对照, 穗粒重冀杂 901除不浇水的优势较小外, A、B C三种水分处理明显高于冀麦 30和冀麦 31

表 7 各时期蘖质系数与分蘖成穗率及产量性状的相关系数

用分蘖穗占主茎穗的相对值来比较穗层整齐度, 主要成穗蘖穗粒数和千粒重的平均相对值杂种比亲本及对照高 7. 9~ 8 6和 3 9~ 4 6个百分点, 表明杂种小麦分蘖穗与主茎差异小, 穗头相对较整齐。

项 目	越冬期	起身期	拔节期	孕穗期
成穗率	0 6907 *	0 7844 *	0 8684 *	0 7661 *
穗粒数*	0 6184 *	0 3527 *	0 7070 *	0 7427 *
千粒重*	0 4196 *	0 4419 *	0 4464 *	0 6118 *
穗粒重*	0 6016 *	0 7210 *	0 7032 *	0 8359 *
样本量	33	100	100	85

注: * 为性状相对值。

2 5 分蘖素质与分蘖成穗率及穗部性状的相关分析

对越冬、起身、拔节、孕穗等时期各级位分蘖的蘖质系数分别与对应的分蘖成穗率、穗粒数、穗粒重等进行相关分析, 结果见表 7 各时期蘖质系数均与成穗率、穗粒数、千粒重、穗粒重

等产量性状呈极显著正相关关系。拔节期以前各时期的蘖质系数与成穗率的相关系数较大, 以拔节期最大, 孕穗期蘖质系数与穗粒重的相关最密切, 其次是穗数和穗粒数。

3 讨论

本研究表明, 杂种小麦的分蘖发生较亲本或对照早, 生长快, 蘖质系数高, 与主茎差距小, 为降低密度, 利用分蘖成穗奠定了基础, 但不同播期条件下, 杂种小麦分蘖的发生及成穗规律不同, 随播期推迟, 高位分蘖的发生率和成穗率大大降低, 且穗部性状变劣, 与主茎的差距加大, 产量贡献下降, 因此密度应随播期而调整。在正常播期条件下, $90\text{万} \sim 210\text{万}/\text{hm}^2$ 基本苗可以获得比较适中的群体和理想的产量结果。不同浇水对分蘖的发生影响较小, 仅是对高位一级蘖和晚生二级蘖有一定影响。冻水抑制或推迟这些蘖的发生, 起身水促进它们生长, 但这部分蘖成穗率低, 且穗部性状差, 对群体产量的实际贡献不大, 而且在群体较大情况下, 这部分蘖的存在影响中期群体透光性。春季适当晚浇水, 控制群体适度发展, 对高产稳产意义重大。

参 考 文 献

- 1 黄铁城主编. 杂种小麦研究——进展、问题与展望. 北京: 北京农业大学出版社, 1990 10
- 2 黄铁城, 张爱民主编. 杂种小麦研究进展. 北京: 农业出版社, 1993 2
- 3 张艳敏, 李晋生, 等. 前期灌水对小麦分蘖发生及生长的影响. 见: 第一届全国青年作物栽培作物生理学会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 1993 103~ 107
- 4 李艳敏, 李晋生, 等. 杂种小麦分蘖发生及其播期灌水效应. 山西小麦通讯, 1993(4): 25~ 28

Tillering and Ear-bearing of Hybrid Wheat and the Effects of Agronomic Factors

Zhang Yanmin Li Jinsheng Huang Ruiheng Shi Yunsu Wang Qin

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

Abstract The results of three years successive studies indicated that hybrid wheat treated with chemical hybridizing agent was characterized by its earlier development, more root number and more dry matter accumulation of tillers which minimized the difference between the main stem and the tillers, and therefore could lay a foundation for reducing plant density. Agronomic factors such as planting date, plant density, irrigation etc., affected the growth and development of tillers. The heterosis decreased with the delay of planting date and the increase of plant density. Generally, satisfactory results could be obtained from 90–210 preliminary shoots per square meters under suitable planting date. The growth of high-position tillers were promoted by early irrigation in spring, but their population quality was deteriorated. It was recommended that first irrigation should be deferred to the elongation stage.

Key words Hybrid wheat Tillering; Ear-bearing Agronomic factors Effects