

不同组合杂种小麦群体光合优势特点的研究

李雁鸣¹, 张永丽^{1,2}, 肖 凯¹

(1. 河北农业大学 农学院, 河北 保定 071001; 2. 山东农业大学 农学院, 山东 泰安 271018)

摘要:为明确群体水平上化杀型杂种小麦的光合优势表现特征及其生理机制,以2个化杀型小麦杂种 F_1 及其亲本为材料,推广品种冀麦38号为对照进行了研究。结果表明:供试杂种小麦 $1F_1$ 和 $2F_1$ 的群体干物质生产能力都表现平均优势和超标优势。 $1F_1$ 起因于其LAI和光合势优势较大, $2F_1$ 则是由于净同化率优势较大。 $1F_1$ 和 $2F_1$ 的子粒产量都高于亲本和对照,与亲本相比, $1F_1$ 和 $2F_1$ 的产量优势是由产量构成三因素综合提高所致,与ck相比, $1F_1$ 和 $2F_1$ 的产量优势则主要来自千粒重的提高。

关键词: 杂种小麦; 群体; 产量; 光合优势

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)02-0039-04

Research on the Characters of Heterosis of Population Photosynthesis in Different Wheat Hybrids

LI Yan-ming¹, ZHANG Yong-li^{1,2}, XIAO Kai¹

(1. College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China;

2. College of Agronomy, Agricultural University of Shandong, Taian 271018, China)

Abstract: To clarify the characteristics of population photosynthesis of CHA wheat hybrids and their physiological basis, a study was conducted with two CHA wheat hybrid F_1 as tested materials and Jimai 38 as control. The main results showed that, there were obvious average heterosis (AH) and super-control heterosis (SH) on the population dry weight in two CHA wheat hybrids $1F_1$ and $2F_1$, but the heterosis of $1F_1$ mainly came from the heterosis of LAI and photosynthetic potential, while the heterosis of $2F_1$ came from that of net assimilation rate. The grain yields of $1F_1$ and $2F_1$ obviously surpassed their parents and ck. Compared to their own parents, the heterosis of $1F_1$ and $2F_1$ were caused by the increase of all the three yield components, but their SH of yield mainly came from the increase of kernel weight.

Key words: Hybrid wheat; Population; Grain yield; Heterosis of photosynthesis

杂种小麦已被公认具有优势^[1,2],其利用是提高小麦子粒产量的重要途径之一。近年来,对杂种小麦的遗传规律和育种途径已进行了较多研究^[3,4],对其单叶光合优势形成的生理基础也有一些报道^[5,6],但从群体方面研究杂种小麦光合优势的报道较少。而小麦杂种优势利用的最终目的是获得单位土地面积上的群体产量,因此,明确群体水平上杂种小麦的光合优势特征及其生理基础,更具有

实践意义。本研究通过对不同亲本组合杂种小麦群体生长特性的研究,对形成其群体干物重优势的光合生理基础进行了初步探讨。

1 材料和方法

试验于1997~1999年在河北农业大学标本园进行,供试化杀型(CHA)杂种小麦 F_1 及其亲本材料由河北省农林科学院粮油作物研究所提供,2个组

收稿日期: 2002-06-20

基金项目: 河北省博士资金(00547001D-6); 河北农业大学9816科技计划项目部分内容

作者简介: 李雁鸣(1955-),男,河北河间人,教授,博士,主要从事作物栽培生理研究工作。

合分别为 $1F_1$ (3338×6554) 和 $2F_1$ ($Py85-1 \times$ 初40), 以冀麦 38 为对照。从冬前起于植株生长的不同生育时期, 取代表性植株 (不包括根) 20 株, 在室内测定总叶面积后, 将植株样本分为叶片和其余部位两部分, $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 杀青 30 min, $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重时称重, 计算下述生长参数, 并于成熟期测产、考种。

作物生长率 (CGR) = $(W_2 - W_1) / P \cdot (t_2 - t_1)$

净同化率 (NAR) = $[(W_2 - W_1) (\ln S_2 - \ln S_1)] / [(S_2 - S_1) (t_2 - t_1)]$

光合势: 生育期间的叶面积与该生育期间持续日数的乘积。

其中 W_2 , t_2 和 S_2 分别为第 2 次测定时的植株干重、测定时间和叶面积; W_1 , t_1 和 S_1 分别为第 1 次测定时的植株干重、测定时间和叶面积, P 为土地面积。

杂种优势的计算 杂种优势用平均优势 (AH)

和超标优势 (SH) 表示, 由下式计算:

$$AH = (F_1 - MP) / MP \times 100$$

$$SH = (F_1 - ck) / ck \times 100$$

式中: F_1 为杂种值, MP 为双亲平均值, ck 为对照。

2 结果与分析

2.1 不同品种 (品系) 群体 LAI 和群体干物重的比较分析

供试品种 (品系) 的 LAI 均于挑旗期达到最大值, 以后逐渐降低 (图 1)。与亲本和 ck 相比, $1F_1$ 从冬前到灌浆期 LAI 始终较高, $2F_1$ 的 LAI 在整个生育期都大于 ck , 但仅在开花后高于双亲; 不同品种 (品系) 群体干物重从冬前到成熟呈“S”型曲线变化, $1F_1$ 和 $2F_1$ 各生育时期均高于双亲和 ck (图 2)。

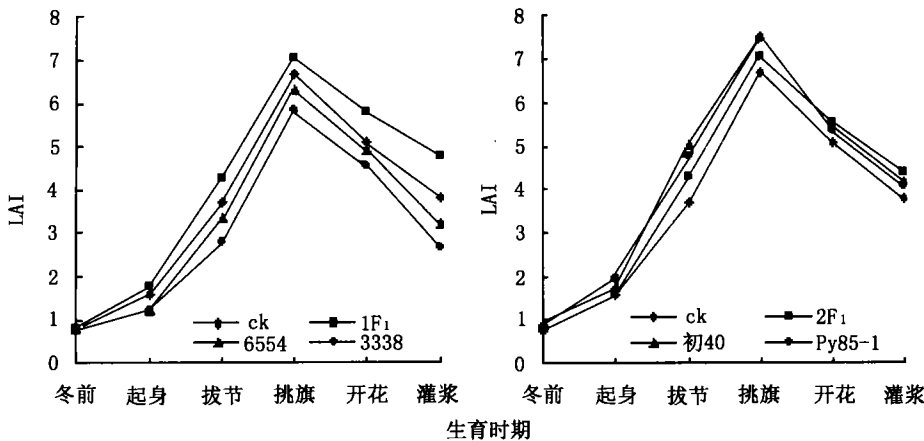


图 1 不同品种 (品系) 各生育时期 LAI 的动态变化

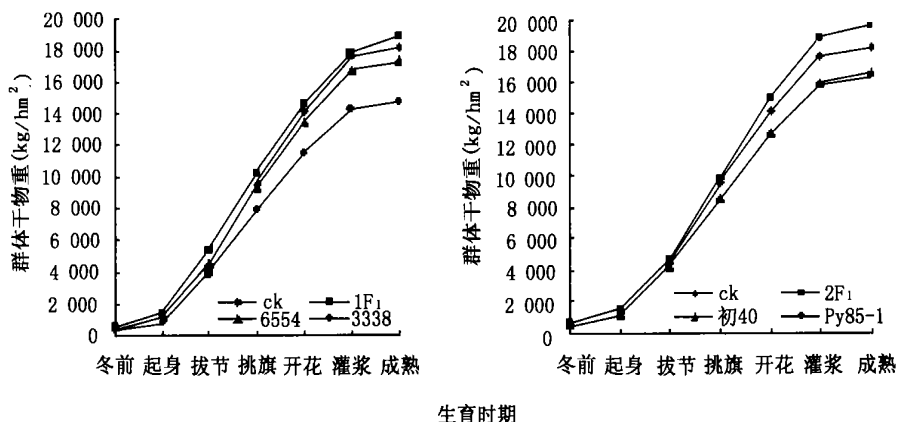


图 2 不同品种 (品系) 各生育时期群体干物重的动态变化

2.2 不同生育阶段群体生长参数比较

光合势指生育期间叶面积与该生育期持续日数的乘积, NAR 表示单位时间单位叶面积生产净同化物的数量。1F₁ 各生育阶段的光合势均大于亲本和 ck, 与其 LAI 较大有关, 而 NAR 小于亲本和 ck; 2F₁ 各生育阶段的光合势多小于亲本而略大于 ck, NAR 大于双亲, 与 ck 相比互有高低 (表 1)。对不同品种 (品系) 各生育阶段光合势和 NAR 的平均值比较也

表明, 与亲本和 ck 相比, 1F₁ 的光合势较高, NAR 较低, 2F₁ 则光合势较小, NAR 较大 (表 1)。供试杂种各生育阶段在单位时间、单位土地面积上积累的同化物数量 (CGR) 的 SH 和 AH 多为正值 (表 2), 表明杂种小麦较亲本和 ck 有较强的干物质积累能力, 但两杂种小麦 CGR 的优势来源不同, 1F₁ 主要由于其光合势较大, 2F₁ 则由于单位叶面积生产同化物的能力较强。

表 1 不同品种 (品系) 各生育阶段的群体生长参数

生长参数	生育阶段	ck	1F ₁	6554	3338	2F ₁	初 40	Py85- 1
光合势 (10 ⁴ m ² •d•hm ⁻²)	冬前- 起身	140. 242	152. 915	118. 703	115. 430	147. 411	161. 197	167. 576
	起身- 拔节	79. 560	90. 300	68. 390	60. 000	90. 432	101. 891	103. 407
	拔节- 挑旗	51. 985	56. 575	48. 250	43. 315	57. 631	62. 700	61. 930
	挑旗- 开花	58. 915	64. 290	56. 200	52. 015	62. 950	64. 800	64. 060
	开花- 灌浆	40. 001	47. 543	36. 544	32. 252	42. 480	43. 102	39. 326
	平均值	74. 141	82. 325	65. 617	60. 602	80. 181	86. 738	87. 260
NAR (g•m ⁻² •d ⁻¹)	冬前- 起身	0. 574	0. 560	0. 481	0. 373	0. 559	0. 314	0. 325
	起身- 拔节	4. 263	4. 679	5. 342	5. 372	3. 830	3. 250	3. 332
	拔节- 挑旗	10. 100	8. 704	10. 194	9. 747	9. 093	7. 004	6. 604
	挑旗- 开花	7. 845	6. 868	7. 403	6. 874	8. 118	6. 642	6. 680
	开花- 灌浆	8. 813	7. 594	9. 037	8. 579	9. 321	7. 455	8. 281
	平均值	6. 319	5. 681	6. 491	6. 189	6. 184	4. 933	5. 044
CGR (g•m ⁻² •d ⁻¹)	冬前- 起身	0. 648	0. 684	0. 472	0. 355	0. 676	0. 411	0. 433
	起身- 拔节	10. 680	13. 248	11. 238	10. 144	10. 603	10. 140	10. 733
	拔节- 挑旗	50. 574	48. 211	47. 594	40. 396	51. 492	43. 325	40. 325
	挑旗- 开花	45. 936	44. 007	41. 394	35. 560	50. 846	42. 667	42. 405
	开花- 灌浆	38. 889	39. 992	36. 126	30. 000	43. 569	35. 482	35. 556
	灌浆- 成熟	2. 251	2. 919	2. 762	2. 083	3. 144	2. 805	2. 487
	平均值	24. 830	24. 844	23. 264	19. 756	26. 722	22. 472	21. 990

表 2 杂种小麦各生育阶段 NAR、光合势和 CGR 的优势 %

生长参数	生育阶段	1F ₁		2F ₁	
		AH	SH	AH	SH
光合势	冬前- 起身	30. 6	9. 0	- 10. 3	5. 1
	起身- 拔节	40. 7	13. 5	- 11. 9	13. 7
	拔节- 挑旗	23. 6	8. 8	- 7. 5	10. 8
	挑旗- 开花	18. 8	9. 1	- 2. 3	6. 9
	开花- 灌浆	38. 2	18. 8	3. 1	6. 2
NAR	冬前- 起身	31. 1	- 2. 4	74. 9	- 2. 8
	起身- 拔节	- 12. 6	9. 7	16. 4	- 10. 1
	拔节- 挑旗	- 12. 7	- 13. 8	33. 6	- 9. 9
	挑旗- 开花	- 3. 8	- 12. 4	21. 8	3. 4
	开花- 灌浆	- 13. 8	- 13. 8	18. 5	5. 7
CGR	冬前- 起身	65. 4	5. 5	60. 2	4. 3
	起身- 拔节	23. 9	24. 0	1. 6	- 0. 7
	拔节- 挑旗	9. 6	- 4. 6	23. 1	1. 8
	挑旗- 开花	14. 4	- 4. 2	19. 5	10. 7
	开花- 灌浆	20. 9	2. 8	22. 7	12. 0
	灌浆- 成熟	20. 5	29. 7	18. 8	39. 7

2.3 不同品种(品系)产量和产量构成因素的比较分析

供试杂种的子粒产量均明显高于各自亲本(1F₁和2F₁的AH分别为25.6%和22.4%),高出ck较少(SH分别为12.6%和11.5%)(表3,4)。与亲本相比,两杂种的产量优势由3个构成因素共同作用

所致;与ck相比,1F₁和2F₁的产量优势,主要起因于千粒重优势(1F₁和2F₁千粒重的SH分别为20.3%和23.7%)(表4)。杂种小麦较亲本和ck均表现明显的千粒重优势,与其旗叶具有较长的功能期和较高的叶源量有关,在穗数上表现负的SH,是其子粒产量SH相对较低的主要原因。

表3 不同品种(品系)的产量和产量构成因素

性状	ck	1F ₁	6554	3338	2F ₁	初40	Py85-1
穗数(10 ⁴ ·hm ⁻²)	639.0	561.0	486.9	540.0	570.0	552.0	525.0
穗粒数(个)	28.0	29.9	27.4	29.6	28.3	26.7	25.6
千粒重(g)	38.06	45.78	47.76	36.61	47.07	41.19	47.25
产量(kg·hm ⁻²)	6 818.7	7 679.1	6 369.4	5 853.5	7 606.3	6 073.0	6 352.6

表4 杂种小麦产量和产量构成因素的优势 %

性状	1F ₁		2F ₁	
	AH	SH	AH	SH
穗数	9.3	-12.2	5.8	-10.8
穗粒数	4.9	6.6	8.4	1.1
千粒重	8.5	20.3	6.4	23.7
子粒产量	25.6	12.6	22.4	11.5

本研究中,尽管两杂种小麦的子粒产量都高于亲本和对照,但导致最终产量提高的原因也不一样。与亲本相比,两杂种的产量优势由三个构成因素共同作用所致;与对照相比,主要由于千粒重较高,并且超亲优势明显高于超标优势,超亲容易超标准,是目前生产中杂种小麦未能推广的主要原因,所以在育种实践中应根据所制定的育种目标,选择合适的亲本,培育出比推广品种优势明显的小麦杂种,从而实现大规模应用杂种小麦提高产量的目的。

3 讨论

较高的群体干物质生产能力是获得较高子粒产量的物质基础。本研究中杂种小麦生育期间的群体干物重较亲本和对照表现明显的优势,为其获得较高的子粒产量奠定了基础。而群体干物重实际是光合势(LAI与光合时间的乘积)与NAR共同作用的结果。两个组合中的1F₁的群体干物重优势主要由于LAI和光合势优势较大,而2F₁群体干物重优势主要来自于NAR优势。两个组合优势形成的原因不同,说明不同亲本组合的杂种小麦由于其遗传背景不同而导致其形成干物重优势的生理基础不同。在生产应用中应根据其优势表现的生理基础采取合理的调控措施,以改善其光合性能,提高干物质生产能力。就本研究的2个组合来说,组合2的2个亲本LAI过大,以至光合势也大,2F₁在光合势上负的超亲表现,是一种有利的农艺性状,有利于NAR的平衡提高。而1F₁在春季管理中则应注意适当控制群体大小,避免过大LAI造成的群体郁蔽,以进一步提高NAR,解决LAI与NAR的相依性矛盾^[7]。

参考文献:

- [1] 黄铁城. 杂种小麦研究—进展、问题与展望[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1990.
- [2] 孙兰珍, 高庆荣, 张延传, 等. 冬小麦产量性状的杂种优势分析[J]. 北京农业大学学报, 1985, 11(4): 75-79.
- [3] 刘植义, 沈银柱, 张召铎. CHA杂种小麦的研究和应用[A]. 植物遗传理论与应用研究论文集[C], 1994: 580.
- [4] 徐如强, 黄铁城, 张爱民. BAU2诱导普通小麦雄性不育的研究[J]. 北京农业大学学报, 1993, 19(增刊): 19-24.
- [5] 肖凯, 张荣铎, 邹定辉, 等. 杂种小麦及亲本旗叶老化过程中RubisCO特性的研究[J]. 植物学报, 1998, 40(4): 343-348.
- [6] 肖凯, 谷俊涛, 邹定辉, 等. 杂种小麦及亲本旗叶老化过程中CO₂导度的研究[J]. 作物学报, 1998, 24(4): 503-508.
- [7] Watson D J. The dependence of net assimilation rate on leaf area index[J]. Ann Bot, 1958, 22: 37-54.