

春小麦主要性状配合力分析及其亲本利用价值的评定

金福平 马昇泉 刘 宏 迟永琴

(黑龙江省农科院克山小麦研究所)

摘要 5个品质及农艺性状各异的春小麦亲本,按 Griffing 方法 4 的固定模型配制 10 个组合,对 10 个数量性状进行了 F_1 亲子代之间的简单相关关系,一般配合力和特殊配合力分析。

10 个性状的一般配合力均达到极显著水平,特殊配合力绝大部分达到极显著水平;各种性状的配合力效应不同,同一性状不同亲本的一般配合力亦各异。组合特殊配合力有时和亲本的一般配合力有一致的趋势,但并不排除从一般配合力效应都不高的双亲获得具有较高特殊配合力效应值的 F_1 组合的可能性。配合力为亲本选配提供了依据。

本试验中,克丰二号,克丰三号两亲本是产量为主性状,其它综合性状较好的亲本,而 S-57 为较好的,蛋白质含量高的早熟亲本材料。

杂交育种中,亲本选配是实现育种目标,能否选育出优良品种的关键。亲本的性状表现与杂交后代的表现不一定都有直接联系。有些亲本自身表现很好,但所产生的后代并不理想;而有些亲本自身并不很优越,但杂交后分离出的子代中,有些却能表现优良。杂交组合后代需要经过几个世代后才能鉴别其优劣,因此给亲本选配的研究带来很大的困难。

配合力是杂交组合中亲本各性状配合能力的一个指标。在育种过程中,可做为选配亲本的依据。为了能够在早期世代初步鉴定其组合的优劣,提高育种效果而于 1987 年设置了 5 个亲本的双列杂交配合力试验。

材料和方法

试验于 1987 年在黑龙江省农科院小麦所小麦育种试验区进行,土质为黑土、肥力水

平中上等,土壤肥力均匀一致。

试验选用 5 个亲本材料:克丰二号,克丰三号,克 82-17(克旱十一号),S-57,S-41。

选用的 5 份亲本材料以蛋白质含量为主性状,就 5 个亲本的株高,穗长,株穗数,主穗小穗数,出苗至抽穗日数,主穗粒数,株粒数,株粒重,千粒重,蛋白质等 10 个性状进行配合力分析,各亲本其性状之间都有较明显的差异。

试验采用随机排列,3 次重复,1 行区,行长 1 米,株距 5 厘米,共 20 株,每小区鉴别真伪杂种后随机取样 5 株调查考种,蛋白质含量采用 GQA-31EL 型蛋白质分析仪测出。蛋白质及出苗至抽穗日数以小区为计算单位,其余性状的方差分析以个体值为计算单位,按 Griffing 方法 4(正交亲本)模型 I 计算分析。本试验亲本 $P=5$,基因型 $a=\frac{1}{2}P(P-$

1)=10, 重复 b=3, 取样数 c=5, 以小区平均数为计算单位, 用 fx=3600P 型计算器直接计算亲子女简单相关。

结果与分析

一、 F_1 代杂种优势表现及其与亲本相关性

表 1 表明: $F_1 - \overline{LP}$ 所有性状值均为正值, 绝大部分达到显著和极显著水准。 $F_1 - \overline{BP}$ 除株粒重外其余性状值为负值或不显著的正值

接近 \overline{BP} , 大多数性状值与 \overline{MP} 没有显著差异, 说明除株粒重外没有明显的杂种优势。

蛋白质及其它性状的 F_1 与 \overline{MP} 之间均表现极显著和显著正相关, 表明改良各种农艺性状只要考虑亲本选配得当, 基本上都可根据双亲平均值预测杂种后代平均表现。蛋白质含量的 F_1 与 \overline{BP} 或 \overline{LP} 均呈程度不同的正相关, 说明改良品质性状应尽可能选用优良的基因型。

F_1 和 \overline{DP} 相关微弱, 双亲在经济性状上差异过大并无益处。

表 1 杂种 10 组合 F_1 平均值与大值亲本 (\overline{BP}), 小值 (\overline{LP}), 中亲值 (\overline{MP}), 亲本差值 (\overline{DP}) 的差异和相关系数 (γ)

杂 种 亲 本	株 高	穗 长	主穗小穗数	生育日数	主穗粒数
F_1	105.1	10.8	18.5	50.3	50.1
\overline{BP}	104.2	11.3	19.3	54.7	51.4
\overline{LP}	93.2	9.3	16.2	49.7	39.7
\overline{MP}	98.7	10.3	17.8	52.2	45.6
$F_1 - \overline{BP}$	0.9	-0.5	-0.8	-4.4**	-1.3
$F_1 - \overline{LP}$	0.9**	1.5	2.3*	0.6	10.4**
$F_1 - \overline{MP}$	6.4*	0.5	0.7	-0.9	4.5
F_1 / \overline{MP}	106.5	104.9	103.9	96.4	109.9
CV	5.62	9.53	7.82	4.98	10.26
F_1 与 P 相关系数					
与 \overline{MP}	0.7963**	0.9393**	0.7553**	0.8740**	0.6753*
与 \overline{BP}	0.8027**	0.5849	0.6214	0.8374**	0.2021
与 \overline{LP}	0.5080	0.9032**	0.8881**	0.6295	0.8605**
与 \overline{DP}	0.5649	0.6553*	-0.5242	-0.067	-0.7036*
杂 种 亲 本	株 粒 数	株 粒 重	千 粒 重	蛋 白 质	
F_1	267.8	9.3	35.6	16.3	
\overline{BP}	259.0	7.8	35.3	17.4	
\overline{LP}	190.9	6.3	30.4	15.7	
\overline{MP}	225.0	7.1	32.8	16.5	
$F_1 - \overline{BP}$	8.8	1.5**	0.3	-1.1*	
$F_1 - \overline{LP}$	76.9**	3.0**	5.2**	0.6	
$F_1 - \overline{MP}$	42.8**	2.2**	2.8	-0.2	
F_1 / \overline{MP}	119.02	131.0	108.5	98.8	
CV	17.24	10.91	17.33	6.34	
F_1 与 P 相关系数					
与 \overline{MP}	0.7379*	0.3431	0.8717**	0.9610**	
与 \overline{BP}	0.5136	0.1548	0.8220**	0.7761*	
与 \overline{LP}	0.6647*	0.3817	0.5691	0.8145**	
与 \overline{DP}	-0.2201	-0.3212	0.6992*	-0.071	

注: * 和 ** 分别表示 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 显著水准。

二、配合力分析

表2中,随机区组方差分析结果表明10个性状在基因型间均存在极显著差异,基因型间方差是由两亲的一般配合力(GCA)和组合的特殊配合力(SCA)的方差组成,因此需要进一步进行一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)的方差分析。表2可见,对10个性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)的分析结果表明:除穗长的SCA外,其

余9个性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)的方差均达到极显著水准,说明累加效应基因和非累加效应基因共同控制着这9个性状的表现,穗长只有GCA达到极显著水平,说明穗长这一性状的遗传以加性基因效应占绝对优势。为了具体了解各亲本对杂种贡献的大小,以便对亲本优势做出较为确切的评价,进而估算了亲本各性状的一般配合力和特殊配合力效应。

表2 10个性状的方差和配合力方差分析

变 因	自 由 度	株 高	穗 长	株 穗 数	主穗小穗数	生育日数
重 复	2	155.14	2.98	0.98	5.63	0.64
基 因 型	9	546.52**	16.45**	7.94**	31.23**	17.70**
机 误	120	16.38	0.80	1.53	0.99	2.11
GCA	4	56.07**	2.31**	0.76**	4.34**	11.05**
SCA	5	17.98**	0.07	0.34**	0.29**	2.47**
机 误	120	1.09	0.05	0.102	0.07	0.15
变 因	主穗粒数	株 粒 数	株 粒 重	千 粒 重	蛋 白 质	
重 复	19.31	3338.41	6.78	2.38	1.40	
基 因 型	417.97**	31996.20**	15.41**	293.50**	2.98**	
机 误	54.83	2166.86	1.90	8.18	0.29	
GCA	46.36**	4419.36**	1.42**	36.02**	2.33**	
SCA	10.44**	303.97**	0.72**	6.51**	0.05	
机 误	3.66	144.46	0.13	0.55	0.02	

注:1.表内数据为各性状的均方差; 2.省略10个性状数据;

3.**表示F值达到>F_{0.01}显著水准; 4.生育日数为出苗至抽穗日数。

三、一般配合力(GCA)

一般配合力是由亲本品种的累加效应基因决定的^[2]。由于加性效应能够稳定地遗传和固定,因此,同一试验群体一般来说不因不同试验地点或不同的年份而发生较大的变化。表3所列5个参试品种10个性状的一般配合力效应值,结果表明:同一性状不同品种间一般配合力的大小很不相同;同一品种不同性状的一般配合力大小也不相同,现按品种分析如下:

1. 克丰二号:该品种诸性状所表现的一般配合力都是较高的(除千粒重,蛋白质外)克丰二号的穗长,主穗小穗数,株粒数,株粒

重的一般配合力效应最高,说明以它做亲本易获得丰产性后代,但其千粒重和蛋白质的负值最大,生育日数和株高的一般配合力较大,所以会带来千粒重低,蛋白质含量低,生育期长,秆偏高等缺陷。

2. 克丰三号:该品种的穗长,株穗数和主穗粒数的一般配合力均呈显著或极显著的正向值,而株高和株粒重呈显著负向值,主穗小穗数,株粒数和蛋白质为不显著的正值,说明以克丰三号做亲本其后代有明显降秆作用。克丰三号的长穗性状,株粒数及主穗粒数有较强的配合力效应,欲提高克丰三号的千粒重,必须选用相应突出的大值亲本。

表 3 5 个亲本 10 个性状一般配合力效应及其显著性测定

亲本系统	株 高	穗 长	株 穗 数	主穗小穗数	生育日数
克丰二号	3.89**	0.93**	0.75**	1.44**	2.01*
克丰三号	-5.16**	0.69**	0.35*	0.04	0.88
克 82-17	4.92**	0.16	0.38*	0.84**	1.21
S-57	-2.86**	-0.64**	0.15	-0.76**	-2.0*
S-41	-0.78	-1.14**	-0.32	-1.56**	-2.09*
SE \hat{g}_i	0.54	0.12	0.17	0.13	0.75
LSD _{0.05}	1.07	0.24	0.33	0.25	1.58
LSD _{0.01}	1.41	0.31	0.43	0.33	2.16
亲本系统	主穗粒数	株 粒 数	株 粒 重	千 粒 重	蛋 白 质
克丰二号	3.50**	5.67**	0.87**	-4.05**	-1.15**
克丰三号	4.09**	9.44	-0.44*	3.11**	0.09
克 82-17	0.28	4.93	0.34	0.92**	-0.61**
S-57	-2.97**	-31.56**	0.12	4.69**	0.89**
S-41	-4.90**	-39.55**	-0.90**	1.52**	0.79**
SE \hat{g}_i	0.99	6.21	0.18	0.38	0.07
LSD _{0.05}	1.96	12.29	0.36	0.76	0.15
LSD _{0.01}	2.59	16.26	0.48	1.00	0.21

3. 克 82-17(克旱十一号):该品种株高,株穗数,主穗小穗数和千粒重的一般配合力均呈显著或极显著正值,蛋白质呈极显著负值,其它性状呈不显著正值,说明该品种做为亲本之一配制组合的另一个亲本株高的一般配合力必须是相应的负值,免于株高增值过大。而其主穗小穗数及千粒重都有较好的一般配合力,对提高后代蛋白质含量难度较大。

4. S-57、S-41:各性状一般配合力的趋势基本一致,这两个品种为早熟高蛋白的亲本,千粒重和蛋白质的一般配合力呈极显著正值,而其它性状,如株高,穗长,出苗至抽穗的日数等均呈极显著或显著负值。说明这两个品种是提高蛋白质含量,千粒重,提早成熟,降秆的好亲本。

四、特殊配合力(SCA)

特殊配合力主要是由非累加效应产生的^[3],它只能在杂交后代表现出来,而不能在

上下代之间稳定地遗传,然而它可以为组合的配制提供依据。表 4 表明:

1. 杂交组合的特殊配合力效应基本上与亲本的一般配合力保持一致。如蛋白质的一般配合力效应值以 S-57 最大,那么克丰二号×S-57 的特殊配合力效应值也最高;株穗数和穗长均为克丰二号的一般配合力最大,所以,株穗数和穗长的特殊配合力也分别以克丰二号×S-41 和克丰二号×克 82-17 效应值最高。这一结论在一定程度上同前人研究的结论相吻合^[4],即在特殊配合力高的组合中,都有一个一般配合力高的亲本。

2. 杂交组合特殊配合力的高低,并不都是与亲本的一般配合力相一致。因此,在选配亲本时,不应忽视特殊配合力效应。如 S-57 和 S-41 的主穗粒数一般配合力都很低,但 S-57×S-41 的特殊配合力效应值却很高,这说明从一般配合力都不高的双亲中获得具有较高特殊配合力组合的可能性。又如:从千

表 4 不同亲本组合 10 个性状特殊配合力效应及其显著性测定

组 合	株 高	穗 长	株 穗 数	主穗小穗数	生育日数
克丰二号×克丰三号	-2.16**	-0.15	-0.34	-0.35	0.47
克丰二号×克 82-17	-4.60**	0.383*	-0.57*	0.55**	0.60*
克丰二号×S-57	3.84**	-0.12	0.36	0.15	-1.03**
克丰二号×S-41	2.70**	-0.12	0.53*	-0.35	0.43
克丰三号×克 82-17	0.72	0.02	0.17	0.15	-2.13**
克丰三号×S-57	0.30	0.02	-0.10	-0.35	1.2**
克丰三号×S-41	0.92	0.12	0.26	0.55**	0.57
克 82-17×S-57	0.69*	-0.15	0.47	-0.15	1.47**
克 82-17×S-41	2.21**	-0.25	-0.07	-0.55**	0.53
S-57×S-41	-5.81	0.25	-0.73**	0.34	-1.53**
SE _{ij}	0.7388	0.1629	0.2258	0.1732	0.2736
LSD _{0.05}	1.5522	0.3423	0.4744	0.3639	0.5750
LSD _{0.01}	2.1263	0.4688	0.6499	0.4985	0.7870
组 合	主穗粒数	株 粒 数	株 粒 重	千 粒 重	蛋 白 质
克丰二号×克丰三号	0.38	-20.81*	-1.31**	0.80	0
克丰二号×克 82-17	2.46	-6.23	0.71*	-1.83**	0.10
克丰二号×S-57	-0.83	20.59*	0.75**	-0.20	0.20
克丰二号×S-41	-2.00	6.46	0.60*	1.27*	0
克丰三号×克 82-17	0.54	17.59	0.27	-1.50*	-0.33**
克丰三号×S-57	-3.22*	-5.92	-0.16	0.07	0.17
克丰三号×S-41	2.31	9.15	0.53	0.63	0.07
克 82-17×S-57	0.69	-5.21	0.49	2.73**	0.17
克 82-17×S-41	-6.68**	2.86	-0.04	0.60	0.07
S-57×S-41	3.37*	-9.46	-1.08	-2.47**	-0.13
SE _{ij}	1.3520	8.4988	0.2514	0.5220	0.098
LSD _{0.05}	2.8405	17.8550	0.5282	1.0967	0.2060
LSD _{0.01}	3.8909	24.4590	0.7235	1.5023	0.2820

粒重来看:S-57和S-41的一般配合力分别为4.69最高,1.52较高,但S-57×S-41的特殊配合力却极低。就株粒数而言,克丰二号和克丰三号的一般配合力分别为56.7最大和9.44居第二,但克丰二号×克丰三号的特殊配合力却最低。

3. 从表中还可以看出,蛋白质的特殊配合力的变异范围较小,在-0.33~0.2之间,由此说明这个性状基因的累加效应占主导地

位。在品质育种过程中,选择亲本应考虑双亲蛋白质的一般配合力都较高,方有产生高蛋白后代的可能。

五、亲本利用价值的评定

亲本在育种中的利用价值和它的一般配合力效应密切相关,一般配合力效应值大的亲本其利用价值高,其次与后代的特殊配合力效应的变异幅度,即特殊配合力的方差大小有关。方差大说明该亲本在与其它亲本杂

交时可望出现偏离一般配合力效应所估计的极端的后代,反之则难以出现突出极端的后代。故按下面四种类型来划分亲本利用价值的等级^[5]:

1. GCA 高, δ_{SCA} 大, 此类亲本最理想, 既可利用亲本的 GCA, 又可利用杂种组合的 SCA。

2. GCA 高, δ_{SCA} 小, 此类亲本只能利用 GCA。

3. GCA 低, δ_{SCA} 大, 这类亲本只能利用其

参与杂交组合的 SCA。

4. GCA 低, δ_{SCA} 小, 此类亲本就其性状来说利用价值不大。

从表 5 可见: 所列 5 个亲本各性状的利用价值。

1. 克丰二号: 综合其 GCA 和 δ_{SCA} , 其主要产量性状, 株穗数, 株粒数、株粒重, 主穗小穗数, 主穗粒数等均属第二类, 生育日数, 株高, 千粒重与蛋白质含量四性状属第四类, 说明其为提高产量性状的较好亲本。

表 5 5 个亲本 10 个性状一般配合力效应值及特殊配合力方差

亲本系统	项 目	株 高	穗 长	株 穗 数	主穗小穗数	生 育 日 数
克丰二号	GCA	3.89**	0.93**	0.75**	1.44**	2.01**
	δ_{SCA}	15.24	0.03	0.22	0.15	0.51
	亲本类型	四	二	二	二	四
克丰三号	GCA	-5.16**	0.69	0.35*	0.04	0.88
	δ_{SCA}	1.31		0.01	0.15	2.07
	亲本类型	二	二	二	四	四
克 82-17	GCA	4.92**	0.16	0.38*	0.84**	1.21
	δ_{SCA}	9.09	0.04	0.12	0.17	2.34
	亲本类型	四	四	二	二	四
S-57	GCA	-2.86**	-0.64**	0.15	-0.76**	-2.00*
	δ_{SCA}	16.44		0.23	0.05	2.24
	亲本类型	二	四	四	四	二
S-41	GCA	-0.78	-1.14**	-0.32	-1.56**	-2.09*
	δ_{SCA}	14.87	0.02	0.23	0.24	0.95
	亲本类型	二	四	四	四	二
平均 δ_{SCA}		11.39	0.02	0.16	0.15	1.62
亲本系统	项 目	主穗粒数	株 粒 数	株 粒 重	千 粒 重	蛋 白 质
克丰二号	GCA	3.50**	56.70**	0.87**	-4.05**	-1.55**
	δ_{SCA}	1.18	216.20	0.96	1.52	—
	亲本类型	二	二	二	四	四
克丰三号	GCA	4.09**	9.44	-0.44**	3.11**	0.09**
	δ_{SCA}	2.95	190.79	0.61	0.69	0.03
	亲本类型	二	二	四	二	四
克 82-17	GCA	0.28	4.93	0.34	0.92**	0.61**
	δ_{SCA}	14.69	31.52	0.19	4.08	0.04
	亲本类型	四	四	二	二	四
S-37	GCA	-2.97**	-31.56**	0.12	4.69**	0.89**
	δ_{SCA}	5.19	96.53	0.58	4.17	0.02
	亲本类型	四	四	四	二	二
S-41	GCA	-4.90*	-39.55**	-0.90**	1.52**	0.79**
	δ_{SCA}	19.32		0.52	2.45	
	亲本类型	四	四	四	二	二
平均 δ_{SCA}		8.67	107.01	0.57	2.58	0.02

2. 克丰三号:株高,主穗粒数,株粒数,株穗数和穗长,千粒重等性状属第二类,说明其为提高粒重,粒数,增加穗长,降秆的较好亲本。

3. 克 82-17(克旱十一号):仅株粒重,千粒重,主穗小穗数和株穗数属第二类,其它性状均为第四类。

4. S-57, S-41:二亲本各性状的 GCA 和 δ_{CA} 趋势一致,即:株高,生育日数,千粒重和蛋白质属第二类,其它诸性状属第四类,说明二者为提高蛋白质含量,千粒重和降低秆高度的较好亲本。就 S-57 与 S-41 比较而言, S-57 的各性状的 δ_{CA} 均大于 S-41 的 δ_{CA} , 所以 S-57 比 S-41 做亲本要好些。

综上所述,克丰二号在产量性状上有较大的一般配合力, S-57 在蛋白质含量,早熟性和矮生性上有较大的一般配合力,那么,克丰二号 \times S-57 组合预期应有好的结果,实际表现也正是如此。该组合的产量综合性状居首位、生育日数居第二位,只是株高高于双亲,千粒重居中,蛋白质含量虽不太理想,但比克丰二号还好,仅以产量性状而论就相当理想了。

讨 论

1. 配合力是亲本选配的重要依据,并且应以亲本配合力高 \times 高,高 \times 中组合为主,低 \times 低获得理想性状是比较少见的。要获得高产或高品质性状的后代,两亲本至少要有有一个高配合力的,因此应使亲本性状的达到一定

水平。

2. 在一般配合力高的基础上(亲本的一般配合力为正向或者负向值要依据育种目标而定),再选用配合力方差大的亲本,并且在组合配制时尽量使其亲本之间有高、低性状的互补,使其同时发挥一般配合力和特殊配合力效应。亲本在强调主要性状的同时,其它综合性状水平亦高,是获得强优势后代的关键。

3. 在亲本选配得当的基础上, F_1 的主要产量和品质性状的一般配合力明显大于特殊配合力,反映了基因累加效应大,杂种后代的性状表现与亲本关系密切,可以从双亲值预测后代性状表现。特殊配合力高,反映亲本非累加效应处于主导地位,杂种的后代性状表现很难从亲本平均效应预测。

4. 本试验选用的 5 个亲本中,克丰二号是一个综合性状较好的亲本,一般配合力和特殊配合力都较高,克丰三号次之, S-57 为较好品质及早熟亲本。

参 考 文 献

- [1] 刘来福等:作物数量遗传,农业出版社,1984
- [2] 徐静斐、江路应:水稻杂种优势和配合力的初步研究,遗传,1980,2(2):17~19
- [3] 庄巧生,王恒立等:冬小麦亲本选配的研究,作物学报,1963,2(2):117~129
- [4] 李宗智:小麦品种品质性状与农艺性状的配合力分析,作物学报,1985,11(2):121~130
- [5] 王明理,黄铁城等:T型杂交小麦品质及农艺性状的研究,作物学报,1985,11(3):146~157

