

# 普通小麦品质性状早代选择的效果

唐朝晖

(山西省农业科学院作物遗传研究所, 太原 030031)

刘广田

(中国农业大学, 北京 100094)

**摘 要** 选用 4 个单交组合的亲本、 $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_3$  对普通小麦 6 个品质性状杂种早代的选择效果进行了研究。各品质性状遗传力偏中, 蛋白质含量和面筋含量的遗传力均大于沉淀值的遗传力。各品质性状在杂种早期世代选择的相对预期遗传进度均较高, 并且以沉淀值的为最高。在相关遗传进度的分析中, 干面筋的选择对其他品质性状有较大的增效作用。

**关键词** 普通小麦 品质性状 遗传力 遗传进度 选择

随着人民生活水平的不断提高和加工业的需求, 对小麦子粒品质的要求也愈来愈高, 育种工作者也愈来愈重视选育优质小麦品种。有关小麦品质的遗传、栽培、生理生化、测定技术及加工方面的研究, 国外进行了大量的工作, 国内也有不少报道。然而以往的研究多集中在品质性状与产量性状的相关性、品质性状的遗传变异和品质性状的杂种优势及配合力分析等方面, 有关小麦品质性状在杂种后代选择效果的研究, 报道很少。本试验选用农艺亲本与品质亲本组成的杂交组合, 对其亲本、 $F_1$  和杂种早期世代进行了连续两年的测定分析, 研究了小麦一些品质性状的遗传规律以及在杂种早代对这些品质性状的选择效果, 以期小麦品质育种提供一些理论依据。

## 1 材料和方法

试验于 1988~ 1990 两个生产年度间在中国农业大学昌平试验站进行。1988~ 1989 年度, 选用了 2 个农艺亲本 (农大 183 北京 8 号)、2 个品质亲本 (NE7060 F26-70), 并组配  $F_1$ 、 $F_2$  3 次重复, 每重复内亲本各两行,  $F_1$  1 行,  $F_2$  3 行, 按行收获。每重复内随机选取亲本 20 株,  $F_2$  50 株,  $F_1$  植株全部选取。室内以株为单位进行品质测定。测定的品质性状有: 子粒蛋白质含量 (也称全麦粉蛋白质含量)、SDS 沉淀值、面粉蛋白质含量、Zeleny 沉淀值、湿面筋含量和干面筋含量。1989~ 1990 年度继续进行试验。3 次重复, 每重复内亲本各 2 行,  $F_1$  1 行,  $F_2$  与  $F_3$  混合群体各 3 行, 每个组合分别种植 100 个  $F_3$  株系。收获时, 亲本、 $F_1$ 、 $F_2$  以及  $F_3$  混合群体以株为单位进行。每重复内, 亲本各选 20 株,  $F_1$  全部选取,  $F_2$  和  $F_3$  混合群体各选取 50 株,  $F_3$  株系按系混

收。室内品质性状测试的项目同上年。  
利用德国 Percon 公司生产的 Inframatic-8620 型近红外分析仪进行品质性状的测试

## 2 结果与分析

### 2.1 利用亲子回归与相关估算遗传力

利用 F <sub>2</sub> 单株与相应 F <sub>3</sub> 株系平均数间回归与相关, 估算不同品质性状的遗传力, 结果见表 1		表 1 F <sub>2</sub> 单株与 F <sub>3</sub> 株系平均数间的回归与相关系数					
性状		全麦粉蛋白质含量	SDS 沉淀值	面粉蛋白质含量	Zeleny 沉淀值	湿面筋含量	干面筋含量
b		0.255	0.147	0.244	0.212	0.225	0.221
r		0.412	0.280	0.430	0.405	0.385	0.355

从 4 个组合的平均结果来看, 用回归法估算的遗传力, 其值大小顺序不同于用相关系数估算的遗传力, 且两者估算的遗传力值也有差异。一般回归法所估算的遗传力值较相关法为低, Fray 等<sup>[1]</sup>认为相关法的可靠性高于回归法; 赤藤克己 (1958) 的研究亦证实, 遗传力都有随世代增加的趋势, 而相关法的估值与理论期望值更为一致。因此, 本文以相关法的结果进行狭义遗传力的估算。

### 2.2 品质性状的早代选择与预期遗传进度

2.2.1 F<sub>2</sub> 选择对 F<sub>3</sub> 的预期遗传进度 遗传进度大小决定于选择强度、性状遗传力和群体变异的程度。采用狭义遗传力估计的预期遗传进度与实际遗传进度基本吻合<sup>[2,3]</sup>。对 6 个子粒品质性状 F<sub>2</sub> 预测 F<sub>3</sub> 的预期遗传进度和相对预期遗传进度估值列于表 2。

表 2 F <sub>2</sub> 对 F <sub>3</sub> 的预期遗传进度 ( $\Delta G$ ) 和相对遗传进度 ( $\Delta G'$ )						
性状	全麦粉蛋白质含量 (%)	SDS 沉淀值 (m l)	面粉蛋白质含量 (%)	Zeleny 沉淀值 (m l)	湿面筋含量 (%)	干面筋含量 (%)
$\Delta G$	0.617	3.990	0.597	3.976	2.259	0.609
$\Delta G'$	4.717	6.763	4.835	9.167	6.245	4.464

可以看出, 在 4 个组合的 F<sub>2</sub> 中, 对 6 个品质性状进行选择, 在 50% 的选择强度下, 其下代群体获得的百克全麦粉中蛋白质含量遗传增量为 0.617g, 百克面粉中蛋白质含量增量 0.597g, 湿面筋含量增量 2.259g, 干面筋含量增量 0.609g, SDS 沉淀值和 Zeleny 沉淀值分别增加 3.990ml 和 3.976ml。单从绝对值来看, 6 个子粒品质性状间的遗传进度不易相互比较, 因此转换成相对遗传进度 ( $\Delta G'$ ) 再加以比较。从各个性状遗传进度的相对值可以看出, 在 F<sub>2</sub> 对 6 个子粒品质性状采取 50% 的选择强度下, 各性状在 F<sub>3</sub> 的表现均较原群体增加 4.464% ~ 9.167%。不同子粒品质性状选择的相对预期遗传进度顺序为: Zeleny 沉淀值 > SDS 沉淀值 > 湿面筋含量 > 面粉蛋白质含量 > 全麦粉蛋白质含量 > 干面筋含量, 说明在 F<sub>2</sub> 选择的相对效率高或较高的是 Zeleny 沉淀值 (23.61%) 和 SDS 沉淀值 (17.42%), 而面粉蛋白质含量 (12.43%), 全麦粉蛋白质含量 (12.13%) 和干面筋含量 (11.50%) 选择的相对效率较低。

2.2.2 子粒品质性状 F<sub>2</sub> 的实际选择效果 对 4 个组合 F<sub>3</sub> 家系 6 个子粒品质性状的方差, 用

Bartlett $\chi^2$  检验法<sup>[4]</sup>进行方差的同质性检验。检验结果,各性状 $\chi^2$ 值分别为 1 61 5 30 3 46 1 38 2 99和 2 30 均没达到 $\chi^2_{0.05}= 7. 81$ 的水平,所以这 4个组合各子粒品质性状的方差是同质的,故将这些组合合并分析。

以 50%的选择强度进行选择。参照张作仿<sup>[5]</sup>的方法,即:统计  $F_2$ 群体性状平均值 ( $\bar{M}$ )和 $\lambda$ 选集团平均值 ( $\bar{X}$ )。求得选择差 ( $i$ ),即  $i = \bar{M} - \bar{X}$ 。然后将各入选单株对应的所有  $F_3$ 株系的实际值平均,与整个(混合)群体比较,求其差即为选择性状的实际遗传进度 ( $\Delta G$ )。据公式  $\Delta G = h^2 \cdot i$ ,求得遗传力  $h^2 = \Delta G / i$ ,称为现实遗传力,以同理论估值相区别。实际的遗传进度 ( $\Delta G$ )对混合群体平均值 ( $\bar{M}$ )的百分率,即  $(\Delta G / \bar{M}) \times 100$ 为实际的相对遗传进度。

表 3 小麦 6个品质性状在  $F_2$ 中的实际选择效果

世代	参数	全麦粉蛋白质含量 (%)	SDS 沉淀值 (m l)	面粉蛋白质含量 (%)	Zeleny 沉淀值 (m l)	湿面筋含量 (%)	干面筋含量 (%)
$F_2$	$\bar{M}$	12.67	60.10	11.71	41.08	41.17	12.53
	$\bar{X}$	13.23	65.43	12.20	44.73	43.94	13.24
	$i$	0.56	5.33	0.49	3.65	2.77	0.71
	$h^2$	39.29	29.26	32.65	23.28	29.96	25.35
$F_3$	$\bar{M}$	14.09	54.10	12.71	38.08	42.59	13.04
	$\bar{X}$	14.31	55.66	12.87	38.93	43.42	13.22
	$\Delta G$	0.22	1.65	0.16	0.85	0.83	0.18
	$\Delta G'$	1.56	2.88	1.26	2.23	1.95	1.38

注:  $\bar{M}$ 、 $\bar{X}$ 、 $i$ 、 $h^2$ 、 $\Delta G$ 、 $\Delta G'$ 分别表示群体平均数、样本平均数、选择差、现实遗传力、遗传进度和相对遗传进度。

从表 3可以看出,性状选择的现实遗传力的顺序为全麦粉蛋白质含量>面粉蛋白质含量>湿面筋含量>SDS 沉淀值>干面筋含量>Zeleny 沉淀值。而相对遗传进度顺序为 SDS 沉淀值>Zeleny 沉淀值>湿面筋含量>全麦粉蛋白质含量>干面筋含量>面粉蛋白质含量。说明在  $F_2$ 的 6个子粒品质性状中选择把握大或较大的是全麦粉蛋白质含量和面粉蛋白质含量,其次是湿面筋含量和 SDS 沉淀值,最次是干面筋含量和 Zeleny 沉淀值。而选择的相对效率高或较高的却是 SDS 沉淀值、Zeleny 沉淀值,其次是湿面筋含量、全麦粉蛋白质含量,最次是干面筋含量和面粉蛋白质含量。

实际的相对遗传进度与前述的预期相对遗传进度在趋势上基本上是吻合的,都以 SDS 沉淀值和 Zeleny 沉淀值为最高,以全麦粉蛋白含量、面粉蛋白含量和干面筋含量为最低。说明用遗传进度(相对遗传进度)来反映性状选择后,后代的遗传表现(遗传获得量)是比较能代表客观实际的,因为它同时考虑了遗传力和遗传变异系数对后代性状表现的共同作用。

2.2.3  $F_2$ 各种品质性状选择后对其他品质性状在  $F_3$ 表现的影响

2.2.3.1 一性状选择时不同性状的相关遗传进度 当对某一品质性状选择后,也引起后代其他品质性状相应的改变。变化的程度可通过实际的相关遗传进度和相对效率来衡量。

各子粒品质性状实际相关遗传进度和相对效率见表 4。通过各种品质性状间相对效率  $\Delta CG'$ 的比较,可以排列出在对某一品质性状选择后,其他品质性状相对增量的大小。

从表 5可知,沉淀值尤其是 SDS沉淀值的相对效率最高。说明在  $F_2$ 对其他品质性状进行选择后,沉淀值都可以在  $F_3$ 获得较高的遗传增量。

表 4 F<sub>2</sub> 选择单一品质性状后对其他品质性状 F<sub>3</sub> 的实际选择效果

选 择 性 状	参 数	全麦粉蛋白 质含量 (%)	SDS 沉淀 值 (m l)	面粉蛋白质 含量 (%)	Zeleny 沉淀 值 (m l)	湿面筋含量 (%)	干面筋含量 (%)
全 麦 粉 蛋白质含量	M		54.10	12.71	38.08	42.59	13.04
	$\bar{X}$		55.68	12.92	38.71	43.23	13.23
	$\Delta CG$		1.58	0.21	0.63	0.64	0.19
	$\Delta CG'$		2.29	1.65	1.65	1.50	1.46
SDS 沉淀值	M	14.09		12.71	38.08	42.59	13.04
	$\bar{X}$	14.02		12.77	38.67	42.88	13.14
	$\Delta CG$	0.07		0.06	0.59	0.39	0.10
	$\Delta CG'$	0.50		0.47	1.55	0.92	0.77
面 粉 蛋白质含量	M	14.09	54.10		38.08	42.59	13.04
	$\bar{X}$	14.26	55.67		38.76	43.03	13.15
	$\Delta CG$	0.17	1.57		0.68	0.44	0.11
	$\Delta CG'$	1.21	2.90		1.79	1.03	0.84
Zeleny 沉淀值	M	14.09	54.10	12.71		42.59	13.04
	$\bar{X}$	14.18	55.62	12.83		43.05	13.17
	$\Delta CG$	0.09	1.52	0.12		0.46	0.13
	$\Delta CG'$	0.64	2.81	0.94		1.08	1.00
湿面筋 含 量	M	14.09	54.10	12.71	38.08		13.04
	$\bar{X}$	14.22	55.04	12.86	38.57		13.20
	$\Delta CG$	0.13	0.94	0.15	0.49		0.16
	$\Delta CG'$	0.92	1.74	1.18	1.29		1.23
干面筋 含 量	M	14.09	54.10	12.71	38.08	42.59	
	$\bar{X}$	14.28	56.06	12.90	38.93	43.33	
	$\Delta CG$	0.19	1.96	0.19	0.85	0.74	
	$\Delta CG'$	1.35	3.62	1.49	2.23	1.74	

注:  $\bar{M}$ 、 $\bar{X}$ 、 $\Delta CG$ 、 $\Delta CG'$  分别表示群体平均数、样本平均数、相关遗传进度和相对遗传进度

表 5 单一性状选择后其他性状相对的实际相关遗传进度比较

选择的性状	相 对 的 实 际 相 关 遗 传 进 度 比 较
全麦粉蛋白质含量	SDS 沉淀值 > Zeleny 沉淀值 > 面粉蛋白含量 > 湿面筋含量 > 干面筋含量
SDS 沉淀值	Zeleny 沉淀值 > 湿面筋含量 > 干面筋含量 > 全麦粉蛋白含量 > 面粉蛋白含量
面粉蛋白质含量	SDS 沉淀值 > Zeleny 沉淀值 > 全麦粉蛋白含量 > 湿面筋含量 > 干面筋含量
Zeleny 沉淀值	SDS 沉淀值 > 湿面筋含量 > 干面筋含量 > 面粉蛋白含量 > 全麦粉蛋白含量
湿面筋含量	SDS 沉淀值 > Zeleny 沉淀值 > 干面筋含量 > 面粉蛋白含量 > 全麦粉蛋白含量
干面筋含量	SDS 沉淀值 > Zeleny 沉淀值 > 湿面筋含量 > 面粉蛋白含量 > 全麦粉蛋白含量

2.2.3.2 不同性状选择后一性状实际增效的比较 表 6 表明, 性状选择对某一特定性状相对增效的大小, 不同的性状有不同的增效结果。例如, 分别对干面筋含量进行选择和对 SDS 沉淀值进行选择, 前者对全麦粉蛋白含量的增效作用较后者的增效作用大。从总体看, 干面筋含量

选择对其他的品质性状有较大的增效作用,在 5个性状中 4个排第一位,一个排第二位。而 SDS 沉淀值的选择对其他品质性状的增效都是最小或较小的。这表明,以干面筋含量做为品质性状选择的综合指标,较其他性状有更高的选择效率。

表 6 对不同性状进行选择后另一性状的实际增效大小

性 状	不 同 选 择 性 状 对 另 一 性 状 增 效 大 小
全麦粉蛋白质含量	干面筋含量> 面粉蛋白含量> 湿面筋含量> Zeleny 沉淀值> SDS 沉淀值
SDS 沉淀值	干面筋含量> 全麦粉蛋白含量> 面粉蛋白含量> Zeleny 沉淀值> 湿面筋含量
面粉蛋白质含量	全麦粉蛋白含量> 干面筋含量> 湿面筋含量> Zeleny 沉淀值> SDS 沉淀值
Zeleny 沉淀值	干面筋含量> 面粉蛋白含量> 全麦粉蛋白含量> SDS 沉淀值> 湿面筋含量
湿面筋含量	干面筋含量> 全麦粉蛋白含量> Zeleny 沉淀值> 面粉蛋白含量> SDS 沉淀值
干面筋含量	全麦粉蛋白含量> 湿面筋含量> Zeleny 沉淀值> 面粉蛋白含量> SDS 沉淀值

2 2 3 3 不同性状选择后另一品质性状的优系表现 前面讨论的实际选择结果,实际上是在选择群体的总体上进行考虑的,是对选择群体的性状均值与未选择群体均值差异的相对表现。育种工作不仅考虑到选择的总体水平,而且还要注意到选择群体偏向目标性状个体的多少。只有在较高的群体水平和出现较多的优良个体(系统)群体中,才有更好的选择效果。

在 F<sub>3</sub> 群体后代性状的表现上,假定以下数值: 14.5%、55m↓13%、40m↓45%、13.5% 分别做为全麦粉蛋白含量、SDS沉淀值、面粉蛋白含量、Zeleny 沉淀值、湿面筋含量和干面筋含量的优劣系标准,凡大于或等于这些数值的为优系。对一性状选择后其他品质性状的优系表现见表 7。

从表 7可以看出,对干面筋进行选择后,其他品质性状出现的优系较多,对 SDS 沉淀值进行选择后,其他品质性状出现的优系较少。对育种工作者而言,注意选择对群体的增效作用固然重要,但更需要注意的是后代的优系表现,因为后者才是工作的目的所在。所以,品质育种工作应以干面筋作为品质性状选择的综合指标。

表 7 不同性状选择条件下另一性状的优系表现(%) (50% 选择强度)

优系性状 选择性状	全麦粉 蛋白含量	SDS 沉淀值	面 粉 蛋白含量	Zeleny 沉淀值	湿面筋 含量	干面筋 含量
全麦粉蛋白含量		50.84	42.36	27.11	27.12	37.29
SDS 沉淀值	29.09		36.36	30.91	18.18	32.73
面粉蛋白含量	37.10	51.61		30.64	25.81	35.48
Zeleny 沉淀值	34.92	52.38	44.45		25.40	39.68
湿面筋含量	38.00	46.00	44.00	28.00		36.00
干面筋含量	38.46	57.69	46.15	32.69	28.85	

3 讨论

3 1 品质性状的早代选择

本研究所涉及的品质性状,其遗传进度相对效率皆高,在 F<sub>2</sub> 对品质性状以 50% 的选择强度进行选择后,各性状在 F<sub>3</sub> 的预期表现较原群体分别增效 4.464%~9.167%,实际的表现趋势与此大致相同,说明对品质性状从 F<sub>2</sub> 开始的早代选择是有效的。Guthrie 等(1984)的研究同

样肯定了品质性状杂种早代选择的价值

### 3.2 早代品质性状选择指标

以往人们都把沉淀值作为杂种早代品质性状选择的重要指标, 这是因为沉淀值与蛋白质含量、面包体积、粉质仪图谱得分均呈正相关, 是反映面包烘烤品质的重要指标<sup>[6]</sup>。并且沉淀值遗传力值高, 在不同环境中表现较为稳定, 因此确认沉淀值在杂种早代选择是有效的。本试验沉淀值的遗传力相对较低 (SDS 沉淀值为 0.28, Zeleny 沉淀值为 0.41), 且小于蛋白质含量的遗传力, 这与许多学者的研究不相一致。但由于沉淀值遗传变异比较大, 它的遗传进度的相对效率反而超过了蛋白质含量和面筋含量, 所以以沉淀值进行早代选择还是有效的。

此外, 在本文的相关遗传进度分析中, 对干面筋含量的选择均引起其他品质性状在后代群体中较大的增效作用以及较多的优系个体的出现, 所以在有条件的情况下对干面筋含量进行早代选择, 可望获得事半功倍的效果。

## 参 考 文 献

- 1 Fray K J. Heritability in standard units. *J. Agric.*, 1957, 49: 59~62
- 2 沈锦骅. 水稻数量性状选择效果的研究. *作物学报*, 1963, 2(3): 223~241
- 3 沈锦骅. 水稻不同选育方法的遗传率研究. *作物学报*, 1980, 6(2): 99~110
- 4 杨纪珂, 等. 现代生物统计. 合肥: 安徽教育出版社, 1985, 264~267
- 5 张作仿. 小麦杂种后代若干性状选择效果的研究. *中国农业科学*, 1987, 20(4): 38~45
- 6 Ram H H, Srivastava J P. Inheritance of grain protein and sedimentation value in wheat. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 1975, 35(1): 21~25

## Studies on the Effect of Early Generation Selection for Quality Characters in Common Wheat

Tang Zhaohui

Liu Guangtian

(Crop Genetics Institute, Shanxi Academy  
of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031)

(China Agricultural University, Beijing)

**Abstract** With the parents,  $F_1$ ,  $F_2$  and  $F_3$  of 4 crosses, the effects of selection for six kernel quality characters in early generations in wheat were studied. The heritabilities of the quality characters were determined in which the heritabilities of the grain protein content and the gluten content were greater than that of the sedimentation value. The relative expected gain of selection for the quality characters in the early generations of all the studied crosses was high, and the sedimentation value was the greatest. In the analysis of correlated genetic gain, the selection for the dry gluten content had increasing effect on other quality characters.

**Key words** Common wheat; Quality characters; Heritability; Genetic gain; Selection