

# 不同组合方式对小麦性状遗传变异表现的影响<sup>①</sup>：

## I. 籽粒产量和品质性状的遗传变异

王岳光<sup>②</sup> 刘广田 王建设 李保云

(植物遗传育种系)

**摘要** 利用单交、回交及三交三种组合方式研究普通小麦产量及品质性状的遗传变异,结果表明,单株产量和籽粒蛋白质含量、干、湿面筋含量和 S. D. S 沉淀值在回交群体中的遗传变异与轮回亲本有关,在三交群体中的遗传变异与第三亲本有关。用高值亲本回交和用品质比较好的亲本作第三亲本进行三交,后代可能分离出更多的品质好的个体,这对选择比较有利。

**关键词** 组合方式; 小麦; 产量; 品质; 遗传变异

**中图分类号** Q321.2; S512.1; Q348

## The Effect of Crossing Pattern on the Inheritance and Variation of Wheat Traits:

### I. Genetic Variation of the Yield and Quality Characters

Wang Yueguang Liu Guangtian Wang Jianshe Li Baoyun

(Dept. of Plant Genetics & Breeding)

**Abstract** With the single crosses, the back crosses and the 3-way crosses of wheat (*Triticum aestivum* L.), the genetic variation of the yield and quality characters were studied, and the results are as follows: The genetic variation of yield per plant and quality characters was correlated to the recurrent parent in back cross population and the third parent in 3-way cross population. It also showed that the back cross with higher value parent and the 3-way cross with other higher value parent as the third parent could greatly increase the probability of segregating plants with good quality characters.

**Key words** cross pattern; wheat; yield; quality; genetic variation

改善小麦籽粒品质是小麦育种的一个重要目标。但籽粒蛋白质含量与籽粒产量常常呈显著负相关<sup>[1]</sup>,沉淀值与籽粒产量呈显著或极显著负相关<sup>[2]</sup>。也有结果表明,二者无关甚至呈正相关<sup>[3]</sup>。如何解决高产与高蛋白的矛盾,各国学者进行了大量的研究。有人采用回交方法把蛋白质含量提高 2.0%~2.5% 而不降低产量和烘烤品质。贾继增等指出,通过育种家

收稿日期: 1996-01-30

①本研究为国家自然科学基金项目 29170492 及 39370440 资助

②王岳光,山东莱阳农学院农学系,265200

巧妙的综合选择,可以改变原有的负相关关系,育成既高产又优质的小麦品种<sup>[4]</sup>,通过各种途径扩大和丰富育种材料的变异性,增加遗传变异出现的频率,是改变小麦品质性状的一种有效方法<sup>[5]</sup>。在燕麦、大豆等作物上,有回交、三交及双交等不同组合方式对后代群体变异的研究报道<sup>[6,7]</sup>,而小麦在这方面的研究很少。本试验采用单交、回交及三交等不同组合方式,通过研究后代品质性状的遗传变异,旨在为小麦品质改良工作提供有益的参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与田间设计

试验于 1991~1993 年,在中国农业大学昌平试验站进行。选用四个优质亲本:KS448, F26-70、太原 768 和临汾 88-5080;四个农艺亲本:京 411、BPM-6、CA8695 和 BY-11。1991 年按农艺×品质、农艺×农艺、品质×品质等方式配置组合。1992 年进行回交、三交并重新配置上年的单交组合,9 月底播种,采用随机区组设计。三次重复,每重复种植亲本二行、F<sub>1</sub> 一行、F<sub>2</sub> 三行,行长 2 m,行距 0.3 m,行播量 30 粒。1993 年单株收获、考种、脱粒。测定的农艺性状包括株高、单株穗数、单株粒数、单株产量及千粒重。品质性状的测验:用近红外反射(NIR)分析仪测定每个单株的籽粒蛋白质含量、干、湿面筋的含量,按 Axford 等提出 S. D. S 沉淀值测定法的改进的微量法(2 g),测定全麦粉的 S. D. S 沉淀值。

### 1.2 变异系数的估计及平均值比较

见参考文献[8]。

## 2 结果与分析

对八个亲本的单株粒重和品质性状的平均值和变异系数进行统计分析,结果见表 1。对单交 F<sub>2</sub> 代、回交及三交 F<sub>1</sub> 代群体的单株粒重及品种性状进行统计分析(表 2,3)。

表 1 8 个亲本各性状的平均值及变异系数

亲 本	蛋白质(%)		湿面筋(%)		干面筋(%)		S. D. S 沉淀值(mL)		单株产量/g	
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
F26-70	15.7a	0.68	50.9a	2.34	18.1a	0.69	14.7a	1.65	14.8a	2.33
CA8695	13.6b	0.76	43.1b	2.86	13.2b	0.99	11.0b	1.53	16.8b	3.56
BPM-6	14.5d	0.67	44.2b	1.88	14.8b	1.48	15.1a	1.58	15.7a	4.62
KS448	16.0a	0.93	49.9a	2.31	18.3a	1.31	18.6d	2.10	13.1a	2.87
BY-11	16.0a	0.94	49.4a	2.93	15.6b	1.44	10.2b	1.33	16.1b	3.45
京 411	13.2b	0.47	36.1c	1.64	10.8c	1.09	16.2c	2.04	16.5b	4.45
太原 768	11.5c	0.50	34.3c	2.02	10.2c	1.02	16.4c	1.60	14.2a	3.95
临汾 88-5080	13.2b	0.66	45.2b	1.97	14.1b	1.25	11.7b	1.36	15.3a	3.19
平均值	14.2		44.16		14.39		14.27		15.35	

注:1. 平均值后面标有相同字母时表示在 5%水平上没有显著差异。

2. 沉淀值为微量 S. D. S 沉淀值,样品量为 2 g。

3. 表中数据除单株产量外均为 14MB 作为基础的数值。

表 2 单交  $F_2$  和回交  $F_1$  群体各性状的平均值及变异系数

项 目	类 型					
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$
蛋白质含量/%						
X	14.3a	15.8b	12.9c	14.3a	14.0a	15.3b
S	1.15	1.08	0.98	1.33	1.01	1.28
C.V.	8.08	6.87	7.60	9.31	7.21	8.39
湿面筋含量/%						
X	46.4a	49.9b	43.2c	44.6a	44.2a	47.9b
S	4.92	3.77	3.67	4.14	3.20	3.94
C.V.	10.6	7.55	8.49	9.27	7.24	8.24
干面筋含量/%						
X	15.2a	16.3b	13.0c	13.5a	13.3a	16.0b
S	2.63	1.63	1.67	1.73	1.43	1.48
C.V.	14.6	10.1	12.9	12.9	10.8	9.31
S.D.S 沉淀值(mL)						
X	12.6a	14.5b	12.0a	15.9a	15.1a	17.3b
S	2.03	1.93	1.73	2.56	2.09	2.27
C.V.	16.1	13.3	14.4	16.1	13.8	13.1
单株产量/g						
X	15.6a	14.3a	16.9a	13.9a	16.3a	13.0a
S	5.77	4.39	4.77	6.16	4.97	5.07
C.V.	36.9	30.6	28.2	44.3	30.6	39.2

注:  $I_1$ : (F26-70×CA8695) $F_2$  $I_1$ : (BPM-6×KS448) $F_2$  $I_2$ : (F26-70×CA8695)/F26-70 $I_2$ : (BPM-6×KS448)/BPM-6 $I_3$ : (F26-70×CA8695)/CA8695 $I_3$ : (BPM-6×KS448)/KS448

## 2.1 单交 $F_2$ 代和回交 $F_1$ 代群体各性状的遗传变异表现(表 1,2)

**2.1.1 单株产量** 在组合 F26-70×CA8695 中, F26-70 的单株粒重为 14.8 g, 低于 CA8695 的单株粒重(16.8 g), 用低值亲本 F26-70 回交,  $F_1$  代单株粒重平均值为 14.3 g, 低于单交  $F_2$ (15.6 g), 用高值亲本 CA8695 回交,  $F_1$  代平均值为 16.9 g, 高于单交, 而回交后代的变异系数(30.6%和 28.2%)均低于单交(36.9%)。组合 BPM-6×KS448 的回交情况与此相同。

**2.1.2 蛋白质含量** F26-70 的蛋白质含量为 15.7%, 高于 CA8695(13.6%), (F26-70×CA8695)/F26-70 的  $F_1$  代植株籽粒蛋白质含量平均值为 15.8%, 高于单交(F26-70×CA8695) $F_2$  代平均值(14.3%), (F26-70×CA8695)/CA8695 的  $F_1$  代植株籽粒蛋白质含量为 12.9%, 低于单交  $F_2$ (14.3%), 回交群体的变异系数(6.87%和 7.60%)均小于单交(8.08%), 组合 BPM-6×KS448 的回交情况与此类似。干、湿面筋含量与蛋白质含量的表现一致。

**2.1.3 S. D. S 沉淀值** 单交 BPM-6×KS448 F<sub>2</sub> 代的沉淀值表现为偏态分布,平均值为 15.9 mL,偏向于 BPM-6(15.2 mL),与 KS448(18.6 mL)相差很大,用 BPM-6 回交, F<sub>1</sub> 代植株籽粒的沉淀值平均为 15.1 mL,与单交 F<sub>2</sub> 相近,用 KS448 回交 F<sub>1</sub> 代植株籽粒沉淀值的平均值为 17.3 mL,偏向于高值亲本 KS448,回交的变异系数小于单交,组合 F26-70×CA8695 的情况与此相类似。

由以上可以看出,回交后代各性状的变异系数减小,平均值视回交亲本而不同。用高值亲本回交,后代的平均值提高,说明后代出现好的个体比例较高,对选择有利。

## 2.2 三交 F<sub>1</sub> 代群体各性状的遗传变异表现

根据供试材料,配成不同的三交组合,结果列于表 3 中。

表 3 单交 F<sub>2</sub> 和三交 F<sub>1</sub> 群体各性状的平均值及变异系数

项 目	类 型							
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	III <sub>1</sub>	III <sub>2</sub>	IV <sub>1</sub>	IV <sub>2</sub>
蛋白质含量(%)								
X	16.3a	15.6b	14.3a	13.6b	14.3a	15.6b	14.7a	15.1a
S	1.15	1.11	1.33	1.01	1.28	1.88	1.83	0.81
C.V.	7.08	7.15	9.31	7.39	8.95	12.1	8.04	5.37
湿面筋含量(%)								
X	52.4a	45.5b	44.6a	41.2b	48.1a	49.9a	46.9a	45.6a
S	3.92	3.84	4.14	3.20	4.01	5.18	3.38	2.36
C.V.	7.47	8.44	9.27	7.76	8.33	10.4	7.21	5.18
干面筋含量(%)								
X	17.15a	14.66b	13.57a	12.82a	16.64a	17.92b	14.61a	15.02a
S	1.73	1.74	1.73	2.36	1.46	2.23	1.91	1.15
C.V.	10.1	11.9	12.9	18.5	8.76	12.7	13.1	7.53
S. D. S 沉淀值(mL)								
X	12.1a	13.0b	15.9a	16.4a	12.6a	15.6b	16.5a	13.2b
S	1.91	2.23	2.56	2.98	2.93	3.36	2.88	2.31
C.V.	15.8	17.1	16.1	18.2	23.3	21.5	17.4	28.8
单株产量(g)								
X	15.2a	17.8b	13.9a	14.3a	15.4a	14.1a	13.9a	15.8a
S	5.18	5.15	6.16	5.42	5.06	6.96	6.01	6.83
C.V.	34.1	28.8	44.3	37.9	32.7	49.5	43.2	43.1

注:1. 类型 I<sub>1</sub>: (农艺×品质)×农艺      类型 II<sub>1</sub>: (农艺×品质)×品质

类型 III<sub>1</sub>: (农艺×农艺)×品质      类型 IV<sub>1</sub>: (品质×品质)×农艺

2. 平均数后标有相同字母表示 5% 水平上无显著差异

3. I<sub>1</sub>: (CA8695×F26-70)F<sub>2</sub>      I<sub>2</sub>: (CA8695×F26-70)/京 411

II<sub>1</sub>: (BPM-6×KS448)F<sub>2</sub>      II<sub>2</sub>: (BPM-6×KS448)/太原 768

III<sub>1</sub>: (CA8695×BPM-6)F<sub>2</sub>      III<sub>2</sub>: (CA8695×BPM-6)/KS448

IV<sub>1</sub>: (KS448×F26-70)F<sub>2</sub>      IV<sub>2</sub>: (KS448×F26-70)/BY-11

**2.2.1 (农艺×品质)/农艺** 单株产量:组合(CA8695×F26-20)/京411中,CA8695、F26-70和亲411的单株产量分别为16.8 g,14.8 g和16.5 g,三交F<sub>1</sub>群体的单株产量平均值为17.8 g,高于单交F<sub>2</sub>群体平均值15.2 g,变异系数为28.8%,小于单交(37.1%)。

蛋白质含量:京411的蛋白质含量为13.2%,低于F26-70(15.7%),与CA8695(13.6%)接近,三交(CA8695×F26-70)/京411的F<sub>1</sub>群体的籽粒蛋白质含量平均值为15.6%,低于单交F<sub>2</sub>群体(16.3%),变异系数(7.15%),与单交(7.08%)接近,湿面筋含量和干面筋含量的情况与蛋白质含量相同。

S. D. S 沉淀值:京411不仅单株产量比较高,而且烘烤品质比较好,其S. D. S沉淀值为16.2 mL,高于F26-70(14.7 mL)和CA8695(11.0 mL),三交(CA8695×F26-70)/京411的F<sub>1</sub>群体沉淀值平均值为13.0 mL,高于单交F<sub>2</sub>群体的平均值12.1 mL,变异系数17.1%,也高于单交(15.8%)。

**2.2.2 (农艺×品质)/品质** 因为太原768的烘烤品质比较好,S. D. S沉淀值比较高,因此把太原768作为品质亲本进行三交。组合(BPM-6×K448)/太原268中,太原768的S. D. S沉淀值比较高,为16.4 mL,高于BPM-6(15.8 mL),低于KS448(18.6 mL),三交F<sub>1</sub>群体沉淀值平均值为16.4 mL,近于单交F<sub>2</sub>的平均值(15.9 mL),变异系数(18.2%)也高于单交(16.1%),太原768的单株粒重为14.2 g,高于KS448(13.1 g),低于BPM-6(15.6 g),三交群体单株粒重的平均值为14.3 g,近于单交F<sub>2</sub>群体(13.9 g),变异系数(37.9%)低于单交(44.3%),太原768的蛋白质含量,干、湿筋含量均低于两单交亲本BPM-6和KS448,三交F<sub>1</sub>群体平均值和变异系数也低于单交。

**2.2.3 (农艺×农艺)/品质** 组合(CA8695×BPM-6)/KS448中,KS448各品质性状比较好,其蛋白质含量为16.0%,明显高于CA8695(13.6%)和BPM-6(14.5%),三交F<sub>1</sub>群体籽粒蛋白质含量平均值为15.6%,高于单交F<sub>2</sub>群体均值(14.3%),变异系数(12.1%)也高于单交(8.95%),干、湿面筋含量的情况与此相同,S. D. S沉淀值与此也基本相同,不过变异系数(21.5%)小于单交(23.3%)。KS448的单株粒重比较低,为13.1 g,小于CA8695(16.8 g)和BPM-6(15.6 g),三交F<sub>1</sub>群体的单株产量平均值为14.1 g,小于单交F<sub>2</sub>群体的平均值(15.4 g),变异系数(49.5%)大于单交(32.7%)。

**2.2.4 (品质×品质)/农艺** 组合(KS448×F26-70)/BY-11中,BY-11的单株粒重为16.1 g,高于KS448(13.1 g)和F26-70(14.8 g),三交F<sub>1</sub>群体单株粒重的平均值为15.8 g,明显高于单交F<sub>2</sub>群体平均值(13.9 g),变异系数(43.1%)与单交F<sub>2</sub>(43.2%)的接近。BY-11不仅单株产量高,而且蛋白质含量也比较高,为16.0%,与KS448(16.00%)和F26-70(15.7%)接近,三交F<sub>1</sub>群体籽粒蛋白质含量平均值为15.1%,近似于单交群体平均值(14.7%),变异系数(5.37%)小于单交(8.04%),干、湿面筋含量的表现与此类似,但BY-11的S. D. S沉淀值比较低,为10.2 mL,低于F26-70(14.7 mL)和KS448(18.6 mL),三交F<sub>1</sub>群体S. D. S沉淀值平均值为13.2 mL,明显低于单交F<sub>2</sub>群体平均值(16.51 mL),但变异系数(28.8%)大于单交(17.4%)。

综上所述,三交组合后代群体的表现与第三亲本密切相关,第三亲本的蛋白质含量高或S. D. S沉淀值高,后代出现高蛋白或烘烤品质好的单株频率比较高,对选择有利,第三亲本的单株产量高,则对选择高产单株有利。

### 3 讨论

我国以往的小麦育种工作偏重小麦产量的提高,而忽视品质性状的改善,各地虽培育了许多农艺性状优良的高产小麦品种,但这些小麦品种的品质没有得到较大的改善。因此,我国每年需花费大量资金从国外购买优质小麦,如何才能尽快地改善我国目前小麦的品质状况是一个极其重要的研究课题。小麦籽粒蛋白质含量和沉淀值的遗传力比较高,早代选择有效。O'Brien 等指出,在产量选择之前进行品质选择不影响继代的产量分布,优先选择品质可以使高产家系因品质不良而被淘汰的数目大大减少<sup>[9]</sup>,欲在早代按品质性状进行选择,那么提供足够的遗传变异至关重要。Kibite 等研究了不完全回交的遗传变异结果表明,回交群体遗传变异的大小与轮回亲本有关<sup>[10]</sup>。本试验的研究结果与其相同,用高值亲本作不完全回交可以提供更多的品质优良且产量较好的个体供选择。用品质性状优良而且产量比较高的材料作第三亲本进行三交,后代出现品质优良而且产量较高的个体的比例比较高,比用高值亲本回交出现的比例还要大,对于选择极为有利,本试验只利用回交、三交的 F<sub>1</sub> 代群体进行研究,对以后世代的分离情况还有待做进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 林作辑,周希丹,揭声慧,胡学义. 冬小麦烘烤品质与其他一些品质特性及产量性状间的相互关系. 作物学报, 1989, 15(2): 151~158
- 2 田笑明. 冬小麦 F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> 世代品质性状相关及配合力分析. 新疆农业科学, 1988, 5: 3~7
- 3 Sunderman D W, Wise M, Marie Sneed E. Interrelationships of wheat protein content and flour sedimentation value in farinograph peak time and dough mixing and baking characteristics in the F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> generation of winter wheat *Triticum aestivum*. Crop Sci, 1965, 5: 537~540
- 4 贾继增, 齐秀改, 丁寿康等. 小麦高蛋白高赖氨酸与高产结合的可能性分析. 中国农科院品资所科学研究年报(1983~1985), 1985, 15~16
- 5 张彩英, 李宗智. 冬小麦若干加工品质性状遗传变异及相关性研究. 河北农业大学学报, 1989, 12(3): 8~15
- 6 Lawrence P K, Frey K J. Back cross variability for grain yield in species crosses. Euphytica, 1975, 24: 77~85
- 7 Thorne J R, Fehr W R. Exotic germplasm for yield improvement in  $\alpha$ -way and 3 way soybean crosses. Crop Sci, 1970, 10: 677~678
- 8 童一中. 作物育种常用的统计分析法. 上海科技出版社, 1978, 45~46, 92~134
- 9 O'Brein L, J A Ronalds. The effect on yield distribution of early generation for quality. Aust J Agric Res, 1987, 37: 211~218
- 10 Kibite S, Evans L E. Effect of population structure on protein-yield improvements in spring wheat. Theor Appl Genet, 1987, 74: 625~632