

# 小麦抗黄矮病材料产量性状遗传分析

范绍强, 郑王义, 谢咸升, 李 峰, 宋保林

(山西省农业科学院小麦研究所, 山西 临汾 041000)

**摘要:** 利用 3 个抗黄矮病材料作母本, 4 个丰产性品种作父本, 采用  $3 \times 4$  不完全双列杂交, 分析  $F_1$  产量性状的遗传特性, 结果表明: 产量性状的遗传符合加性-显性遗传模型, 以加性基因效应起主导作用; 在所有亲本材料中, R96330 单株产量的特殊配合力方差最大, 一般配合力效应值也最高, 后代组合中存在极显著差异, 是一个优良的抗病丰产亲本, 在抗病育种中具有较大利用价值。

**关键词:** 小麦; 抗黄矮病; 单株产量; 遗传分析

**中图分类号:** S512.01      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-7091(2005)02-0089-04

## Genetic Analysis of Yield Character of BYDV Resistant Wheat

FAN Shao-qiang, ZHENG Wang-yi, XIE Xian-sheng, LI Feng, SONG Bao-lin

(Wheat Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Linfen 041000, China)

**Abstract:** Using three BYDV resistant wheat materials as female and four high-yield varieties as male parents, through  $3 \times 4$  non complete diallel, the genetic characteristics of yield trait of  $F_1$  were analyzed. The results showed that the heredity of yield trait was additive-dominant model, in which additive effect was dominant. Among all the materials, R96330 has the biggest variance of specific combining ability, the highest effect of general combining ability, and dominant difference among its offspring, so it was a good anti-disease parent and valuable for breeding of the BYDV resistance.

**Key words:** Wheat; BYDV Resistance; Individual plant yield; Genetic analysis

小麦黄矮病是我国北方麦区的主要病毒病, 由大麦黄矮病毒(Barley Yellow Dwarf Virus, 简称 BYDV)引起, 该病的流行难以预测, 发病后又不可治愈, 被称为小麦癌症, 一般年份减产 5%~10%, 流行年份减产 30% 以上。历史上因小麦黄矮病毒感染而导致巨大经济损失的实例普遍存在。我国西北、东北和华北部分地区的小麦常因黄矮病的为害而使产量锐减, 1987 年仅陕西、甘肃两省就损失 5 亿多公斤小麦; 1999 年山西、陕西等地小麦黄矮病大流行, 普遍减产 40% 左右, 个别田块甚至绝收。近年来该病在我国有蔓延趋势, 西北至新疆, 西南至四川、云南, 东南至江苏都有发生。目前, 我国还没有高抗黄矮病的冬小麦品种, 我们在抗黄矮病育种工作中, 筛选了一批丰产性较好的抗黄矮病材料, 对这些材料的产量性状进行遗传分析, 以期选择出配

合力较好优异种质, 为抗黄矮病育种的亲本选配和后代选择提供科学依据。

### 1 材料和方法

母本为 3 个高抗黄矮病小麦品系: R96330, R97473, R97512, 于 1998~2000 年连续进行了田间接种鉴定, 均无明显发病症状, 但具有病理反应, 表现为高抗黄矮病、冬性强、丰产性差, 试验编号分别为 1~3。父本是 4 个丰产性较好的生产用品种, 分别为晋麦 47 号、临汾 7061、鲁麦 14 号、临丰 116, 试验编号为 4~7。利用  $3 \times 4$  不完全双列杂交, 2002 年配制组合, 同年播种于小麦所抗病育种试验田, 计 12 份材料。试验为双行区, 行长 2 m, 行距 23 cm, 3 次重复, 随机排列。收获时各双行区在中间顺序取 15~20 株, 脱粒晾干后称重, 取平均单株产量为统

收稿日期: 2004-06-20

基金项目: 山西省科技攻关项目(0021018)

作者简介: 范绍强(1964-), 男, 山西襄汾人, 助理研究员, 主要从事植物保护研究工作。

计数据,按照不完全双列杂交模式的分析方法<sup>[1,2]</sup>,分析该性状的配合力及亲本遗传特性。

2 结果与分析

2.1 方差分析

对参试的 12 份材料进行方差分析,结果表明(表 1),供试材料的单株产量在不同基因型间差异

达极显著水平,重复间差异不显著,说明试验控制良好,各遗传型间有真实差异,可进一步检验组合间各方差分量的差异。组合间的变异是主要的,其方差是由两套亲本的一般配合力(GCA)和各组合的特殊配合力(SCA)方差分量组成,分析这两种方差分量的显著性,结果同列于表 1。

表 1 3×4 不完全双列杂交方差分析

Tab. 1 Analysis of variance in 3×4 non complete diallel crosses

基因型 Genotype					配合力 Combining ability				
变异来源 Variation source	DF	SS	MS	F	变异来源 Variation source	DF	SS	MS	F(固定) Fixed model
重复间 Replication	2	0.19	0.09	0.07	P <sub>1</sub>	2	109.79	54.89	41.96**
组合间 Combination	11	339.00	30.82	23.56**	P <sub>2</sub>	3	187.04	62.35	47.66**
机 误 Error	22	28.78	1.31		P <sub>12</sub>	6	42.18	7.03	5.37**
总 和 Total	35	367.97			机误 Error	22	28.78	1.31	

根据数量遗传学原理,由 P<sub>1</sub>(母本)和 P<sub>2</sub>(父本)两套亲本的一般配合力(GCA)效应产生的基因型方差主要是加性基因方差,由两套亲本的交互作用产生的基因型方差全是非加性基因方差<sup>[1]</sup>。由表 1 可知,在固定模型的方差分析中,抗病亲本和丰产亲本的 GCA 效应及其相互间的 SCA 效应都超过了极显著水平,说明两套亲本之内产量性状的 GCA 有显著不同,各组合的 SCA 也有显著差别,它们对组合 F<sub>1</sub> 产

量性状的变异都有贡献,即该试验中产量性状的遗传同时存在基因的加性效应和非加性效应,但加性效应所占比例较大,二者之比为 16.7:1。

2.2 一般配合力分析

由参试材料在三重复的平均单株产量估算两套亲本的一般配合力(GCA)效应,并对亲本 GCA 效应的差异性采用 t 测验进行多重比较,结果列于表 2。

表 2 两套亲本单株产量一般配合力效应与比较

Tab. 2 GCA effects and their compare with two sets of parents to yield character

母本 Female	编号 Code	效应值 Effective value	差异显著性 Difference notability		父本 Male	编号 Code	效应值 Effective value	差异显著性 Difference notability		
			g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>				g <sub>4</sub>	g <sub>5</sub>	g <sub>6</sub>
R96330	1	1.93			晋麦 47 Jinmai47	4	3.82			
R97512	2	0.36	1.57**		临汾 7061 Linfen 7061	5	- 0.64	4.46**		
R97473	3	- 2.30	4.23**	2.66**	鲁麦 14 Lumai14	6	- 0.97	4.97**	0.33	
					临丰 116 Linfeng116	7	- 2.20	6.02**	1.56**	1.23*

雌亲(抗病亲本) LSD 的临界值为 LSD<sub>0.05</sub> = 0.97, LSD<sub>0.01</sub> = 1.32, 3 个抗病亲本产量性状的 GCA 效应间均存在显著差异,以亲本 1(R96330)的 GCA 最好,效应值为 1.93,说明其作为共同亲本后代表现相对较好,其加性基因效应对后代产量性状的提高具有增益作用。亲本 2(R97473)最差,效应值为- 2.30,具有显著的负向效应,说明其加性基因效应对后代产量性状的改良具有抑制或减弱作用。雄亲(丰产亲本) LSD 的临界值为 LSD<sub>0.05</sub> = 1.12,

LSD<sub>0.01</sub> = 1.52,亲本 4(晋麦 47 号)的 GCA 最好,效应值达 3.82,与其他 3 个品种的差异都达到了极显著水平,说明包含晋麦 47 的组合 F<sub>1</sub> 平均表现良好,没有显著的负向效应;亲本 7(临丰 116)的效应值最低,为- 2.20,只能说明其后代组合的产量平均表现较差,但不能确定没有突出的高产类型出现。

2.3 特殊配合力分析

研究各材料产量性状的遗传特性,不仅要注意其后代的平均表现,更应注意各组合的特殊表现,才

能有的放矢,选育出优异的重点组合。据多个性状的多次遗传研究结果,特殊配合力与一般配合力之间没有明显的对应关系,双亲的一般配合力高,其所配制组合的特殊配合力不一定就高<sup>[3~5]</sup>,因此,在杂交育种实践中,重视特殊配合力的具体表现是至关重要的。表3列出了供试组合的SCA效应值及其差异性比较,在12个组合中,有7个组合的SCA效应具有正向优势,效应变幅为0.21~2.34,其中组合1×6(R96330×鲁麦14号)表现最为突出,其效应值(2.34)与所有负向效应间均存在显著或极显著差异;组合2×5(R97473×临汾7061)仅与两个负向效应组合存在显著差异;7个正向效应组合中F<sub>1</sub>单株产量SCA之间差异不显著。从特殊配合力效应位居第三的组合3×7(R97473×临丰116)开始,往后的10个组合(包括负向效应组合)之间,其SCA效应不存在差异。由此说明,在该试验中,只有组合1×6和2×5表现较好,其余组合后代出现高产株系的可能性很小,继续选择效果不会理想。

2.4 亲本利用价值评定

某个亲本的特殊配合力方差大,说明该亲本在与其他亲本杂交时,可出现偏离由一般配合力效应所估计的后代值,反之则说明该亲本在与其他亲本杂交时,其F<sub>1</sub>表现和由一般配合力预期的较一致,并且没有特别突出的类型出现<sup>[2]</sup>,因而,选择特殊配合力方差较大的亲本,其后代易分离出高产类型。将各亲本的一般配合力效应和特殊配合力方差同列于表4。从两套亲本的特殊配合力方差来看,母本中亲本1(R96330)的SCA方差最大,其GCA效应值也最高,极易出现突出的高产类型,并且后代产量性状平均表现较好,田间调查单株产量介于12.1~21.3 g,为所试验亲本中的最高值,证明是一个优良的亲本。亲本3(R97512)的SCA方差中等,GCA略高,F<sub>1</sub>单株产量介于11.2~20.3 g之间,作为抗病亲本其丰产性仅次于R96330;而亲本2(R97473)的

SCA方差较小,GCA居最低位,虽然抗病性好,但丰产性不佳,其F<sub>1</sub>单株产量介于9.7~15.8 g,因而利用价值不大。父本中以亲本6(鲁麦14号)的SCA方差最大,该亲本的GCA效应表现中等,因而具有一定的利用价值。亲本7(临丰116)的SCA方差较小,GCA表现最差,田间调查其F<sub>1</sub>组合的单株产量介于8.9~14.7 g,在该研究中利用价值不大。

表3 特殊配合力效应结果与比较

Tab.3 SCA effects and compare				
组合 Combinat ion	效应值 Effect ive value	差异性比较 Difference compare		
	S <sub>j</sub>	S <sub>16</sub>	S <sub>25</sub>	S <sub>37</sub>
C <sub>16</sub>	2.34			
C <sub>25</sub>	1.08	1.26		
C <sub>37</sub>	0.69	1.65	0.39	
C <sub>35</sub>	0.45	1.89	0.63	0.24
C <sub>27</sub>	0.34	2.00	0.74	0.35
C <sub>34</sub>	0.31	2.03	0.77	0.38
C <sub>14</sub>	0.21	2.13	0.87	0.48
C <sub>24</sub>	-0.52	2.86*	1.60	1.21
C <sub>26</sub>	-0.90	3.24*	1.98	1.59
C <sub>17</sub>	-1.03	3.37**	2.11	1.72
C <sub>36</sub>	-1.44	3.78**	2.52*	2.13
C <sub>15</sub>	-1.52	3.86**	2.60*	2.21

注: LSD0.05= 2.44,LSD0.01= 3.32

表4 单株产量的GCA效应和SCA方差

Tab.4 GCA effect and SCA variance to yield character			
亲本 Parents	编号 Code	GCA 效应 G CA effect	SCA 方差 SCA variance
R96330	1	1.93	2.67
R97473	2	-2.30	0.49
R97512	3	0.36	0.66
晋麦47	4	3.82	-0.12
Jinmai47			
临汾7061	5	-0.64	1.51
Linfen7061			
鲁麦14	6	-0.97	3.85
Lumai14			
临丰116	7	-2.20	0.50
Linfeng116			

表5 同一母本不同父本特殊配合力效应及比较

Tab.5 SCA effects and comparasion with the same female and the different male														
1(R96330)					2( R97473)					3( R97512)				
组合 Combination	S <sub>j</sub>	S16	S14	S13	组合 Combination	S <sub>ij</sub>	S25	S27	S24	组合 Combination	S <sub>j</sub>	S37	S35	S34
C16	2.34				C25	1.08				C37	0.69			
C14	0.21	2.13			C27	0.34	0.74			C35	0.45	0.24		
C17	− 1.03	3.37**	1.24		C24	− 0.52	1.60	0.86		C34	0.31	0.38	0.14	
C15	− 1.52	3.86**	1.73	0.49	C26	− 0.90	1.98	1.24	0.38	C36	− 1.44	2.13	1.89	1.75

注: LSD<sub>0.05</sub>= 2.24,LSD<sub>0.01</sub>= 3.04

对母本 3 个材料的组合进行特殊配合力效应比较, 结果(表 5)与预期一致。R96330 的 SCA 方差最大, 为 2.67, 其  $F_1$  4 个组合间效应值差异达极显著水平, 既有在所有组合中 SCA 效应最高的组合 R96330 $\times$ 鲁麦 14(SCA 效应值为 2.34), 也有 SCA 效应最低的组合 R96330 $\times$ 临汾 7061(效应值为 -1.52)。而亲本 2(R97473) 和亲本 3(R97512) 的 SCA 方差相对较小, 说明其作为亲本传递产量性状的整齐度较好, 其中亲本 2 后代组合的 SCA 效应变化幅度较小, 极差为 1.98, 亲本 3 变化幅度较大, 极差为 2.13, 这两个亲本各自配制的 3 个组合之间  $F_1$  单株产量 SCA 效应均无明显差异, 尤其是亲本 2 其后代 50% 具有负向效应, 对其利用需慎重考虑。

### 3 结论

在该项遗传特性的研究中, 加性基因效应占绝对优势, 非加性基因所占比例较小, 二者之比为 16.7:1, 说明抗黄矮病材料杂种的产量性状可固定地遗传给下一代, 上下代遗传变异相对较小, 因而选择一般配合力效应较好、特殊配合力方差较大的亲本, 是配制组合的关键。只有杂种后代效应与预期

结果相差较大, 才能选择出产量性状较好的组合。而在特殊配合力方差较小的亲本组合中, 相互间单株产量效应差异不显著, 也就很难选择出产量明显超过抗病材料、达到丰产要求的品系。该试验所用抗病材料中以 R96330 表现最好, 在抗黄矮病育种研究中具有较高的利用价值, 其配制的组合 R96330 $\times$ 鲁麦 14 号在所有试验组合中具有最高的特殊配合力效应, 是后代选择的重点。

### 参考文献:

- [1] 刘来福, 毛盛贤, 黄远樟. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984. 250-262.
- [2] 黄金龙, 孙其信, 张爱民, 等. 电子计算机在遗传育种中的应用[M]. 北京: 农业出版社, 1991. 182-201.
- [3] 屠礼传, 王文泉, 梁秀银, 等. 芝麻配合力分析[J]. 华北农学报, 1989, 4(3): 49-53.
- [4] 徐如强, 孙其信, 张树榛. 小麦细胞膜热稳定性的配合力与杂种优势分析[J]. 作物学报, 1998, 4(1): 55-60.
- [5] 金正勋, 赵西华, 阎文义, 等. 小麦杂种后代子粒蛋白质含量的配合力研究[J]. 作物学报, 1996, (6): 490-494.