

小麦 3 个抗白粉病基因聚合于推广品种 后代抗性的遗传分析

董建力¹, 王敬东¹, 惠红霞¹, 张增艳²

(1. 宁夏农科院农业生物技术研究中心, 宁夏 银川 750002; 2. 中国农业科学院作物所, 北京 100081)

摘要: 为了明确不同抗小麦白粉病基因聚合于推广品种后代的抗性表现, 通过复合杂交, 将抗小麦白粉病基因 *Pm4b*, *Pm13*, *Pm21* 聚合并转入推广品种, 其后代(F_1 , F_2) 进行人工接种和表型抗病调查。结果表明, F_1 中凡是含有抗白粉病基因之一的材料均表现高抗或免疫。 F_2 中 *Pm4b*, *Pm13* 和 *Pm21* 抗病基因聚合的抗病株占的比例最大(71.82%), *Pm13* 和 *Pm21*, *Pm4b* 和 *Pm21* 聚合的抗病株占的比例次之(66.67%, 64.14%), *Pm4b* 和 *Pm13* 抗性基因聚合的抗病株占的比例较小(63.93%)。2 个抗病基因聚合体中含有 *Pm21* 基因的抗性最好。

关键词: 小麦; 白粉病; 基因聚合; 抗病性; 遗传分析

中图分类号: S512.03 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)02-0161-03

Genetic Analysis of Disease Resistance for Wheat Descendant Pyramid 3 Resistance genes in Improved Varieties

DONG Jian-li¹, WANG Jing-dong¹, HUI Hong-xia¹, ZHANG Zeng-yan²

(1. Agricultural Bio-Technology Laboratory of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Institute of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to study the disease resistance displays of descendant of improved varieties, which pyramid different resistance-genes, compound hybridizes were adopted, and 3 Powdery mildew resistance genes which were *Pm4b*, *Pm13* and *Pm21* were pyramid and transferred, then to carried on artificial infection for F_1 and F_2 , and investigated the phenotype disease resistance. The results showed as follows: the materials which included one of the 3 genes displays very strong resistance or immunity in F_1 for F_2 , the biggest proportion of resistant plants was (*Pm4b* \times *Pm13*) \times *Pm21* (71.82%), followed by *Pm13* \times *Pm21* (66.67%) and *Pm4b* \times *Pm21* (64.14%), and the least resistant plants was *Pm4b* \times *Pm21* (63.93%). In addition, the pyramiding materials with 2 resistance-genes, one of which was *Pm21* gene showed stronger disease resistance.

Key words: Wheat; Powdery mildew; Gene pyramiding; Disease resistance; Genetic analysis

小麦白粉病(*Erysiphe graminif.* sp. tritici)是由小麦白粉病菌(*Erysiphe graminis* DC. f. sp. tritici)引起的真菌性病害。过去仅在气候温和、潮湿多雨的地区多发。20 世纪 60 年代以来,由于半矮秆品种的推广,氮肥施用量的增多及密度增大,使白粉病的为害日益严重,在世界主要麦区由次要病害上升为主要病害,成为小麦生产的严重威胁^[1-3]。近年来,我国各麦区小麦白粉病常有发生和流行。不仅降低产量,而且使品质变劣,其危害日趋加重,有超过条锈

病成为我国第一大病害的趋势^[2,5]。

宁夏灌区近几年小麦生产中已有不同程度的白粉病发生,并有逐年加重之趋势。化学防治虽有效,但必然增加人力、物力投入,而且还会引起环境污染等生态问题,实践证明,培育抗病新品种是最经济、安全、有效的途径。近几年为了寻找抗源,笔者对亲本圃、高代品系进行抗白粉病调查的同时,与中国农科院作物科学所合作,并引用了 3 个分别含有不同抗白粉病基因的抗源材料,采用不同方式进行杂交

收稿日期: 2007-01-25

基金项目: 宁夏自然科学基金项目(B001-2004)

作者简介: 董建力(1956-),男,山西万荣人,副研究员,主要从事小麦生物技术育种研究工作。

组配, 将其聚合转入推广品种(系), 对 F₁ 和 F₂ 代进行抗性鉴定, 考察不同抗病基因聚合的抗病性, 为抗病高产育种提供指导。

1 材料和方法

以 3 个分别含有抗白粉病基因 *Pm4b*, *Pm13*, *Pm21* 的材料分别进行单交, 单交第一代与另一含抗病基因的材料和主推品种宁春 4 号进行杂交。含有抗白粉病基因的 3 个材料由中国农科院作物所张增艳博士提供。

表 1 抗病基因聚合后代 F₂ 抗病与感病结果

Tab 1 The results of resistant and susceptible disease in pyramiding F ₂					
杂交组合 Combination of cross	抗病株数 Number of resistant plants	抗病株反应型 Reaction type of resistant plants	抗病株数/ % Disease resistant rate	感病株数 Disease-susceptible rate	感病株反应型 Reaction type of susceptible plants
A(<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × 宁春 4 号 A(<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × Ning No. 4 of spring	176	1~ 2	63. 93	68	2~ 5
B(<i>Pm13</i> × <i>Pm21</i>) × 宁春 4 号 B(<i>Pm13</i> × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	168	1	66. 67	54	2~ 4
C(<i>Pm4b</i> × <i>Pm21</i>) × 宁春 4 号 C(<i>Pm4b</i> × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	181	1	64. 14	70	2~ 4
D((<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × <i>Pm21</i>) ⊕ 宁春 4 号 D((<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	158	0	71. 82	62	2~ 3

2 结果与分析

2.1 宁夏小麦品种(系)的抗病性

在大田条件下不同品种(系)间的发病程度差异较大, 宁春 4 号及大多数材料反应型在 3~ 4 级, 个别材料反应型在 5~ 8 级, 最重的已感染到穗部。那些在大田条件下发病很轻的品种(系)在温室条件下发病很重, 宁春 4 号等材料的反应型为 6~ 9 级, 普遍率为 100%。说明宁夏育成的小麦品种(系)由于无抗白粉病基因, 其后代在适宜发病的条件下表现出高度感病。

2.2 抗源亲本的抗病性

在大田条件下, 分别含有抗白粉病基因 *Pm4b*,

2003– 2004 年在大田和温室进行杂交, 每个组合做 2~ 3 穗, 温室对 F₁ 进行抗病鉴定, 2005 年大田点播种植 F₂, 每个组合种 8~ 10 行, 行长 1 m, 行距 15 cm, 每行点播 50~ 55 粒。在孕穗期接白粉病菌种, 灌浆初期白粉病发病充分时进行调查。白粉病调查标准采用盛宝钦改进后的“0~ 9 级”法^[6]。在 F₂ 中选 4 个有代表性的组合(表 1) 进行比较详细的白粉病调查, 每个组合调查 5 行, 凡是有白粉病菌孢子的均为感病, 反之为抗病。

Pm13 和 *Pm21* 的材料表现为高抗和免疫, 反应型为 0~ 1 级, 在温室高温、高湿条件下, 含有抗白粉病基因 *Pm4b* 的材料表现为中抗, 反应型为 2 级, 含 *Pm13* 的材料表现为高抗, 反应型为 1 级, 含 *Pm21* 的材料表现为免疫, 反应型为 0, 说明 *Pm13* 和 *Pm21* 基因抗性好, 今后应加以利用。

2.3 聚合体后代的抗病性

在大田和温室条件下, F₁ 中凡是含有抗白粉病基因之一的材料, 均表现高抗或免疫, 而不含有抗白粉病基因的普通小麦品种间杂交 F₁ 均表现感病, 说明抗白粉病基因为显性。在 F₂ 中, 宁春 4 号分别与含有抗性基因材料杂交的 F₂ 进行抗病性调查结果列于表 1。

表 2 抗病基因聚合后代 F₂ 抗病与感病分离结果

Tab 2 The separation results of F ₂ for resistant and susceptible disease plants				
杂交组合 Combination of cross	抗亲遗传组成/ % Nucleus heredity rate of resistant parent	理论比值 Expected ratio	χ ²	P 值 P Value
A (<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × 宁春 4 号 A(<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × Ning No. 4 of spring	50	3: 1	0. 535 5	0. 25~ 0. 5
B(<i>Pm13</i> × <i>Pm21</i>) × 宁春 4 号 B (<i>Pm13</i> × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	50	3: 1	0. 054 0	0. 75~ 0. 9
C (<i>Pm4b</i> × <i>Pm21</i>) × 宁春 4 号 C (<i>Pm4b</i> × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	50	3: 1	1. 116 8	0. 25~ 0. 5
D((<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × <i>Pm21</i>) × 宁春 4 号 D((<i>Pm4b</i> × <i>Pm13</i>) × <i>Pm21</i>) × Ning No. 4 of spring	50	3: 1	1. 187 9	0. 25~ 0. 5

从表 1 看到, *Pm4b*, *Pm13* 和 *Pm21* 抗性基因聚合的 F₂ 中抗病株占的比例最大, 抗病性最强, 感病株的发病程度较轻。而 *Pm4b* 和 *Pm21*, *Pm13* 和

Pm21 聚合的 F₂ 中抗病株占的比例次之, 抗病性也次之, 感病株的发病程度比 3 个基因聚合的略重。

Pm4b 和 *Pm13* 抗性基因聚合的 F_2 抗病株占的比例最小, 抗病性较强, 感病株的发病程度较重。

从表 2 看到, 理论推算 4 种杂交组合中抗病亲本与感病亲本的核遗传组成占的份额相同(50%), 抗病与感病的比例也相同(3:1)^[7]。抗病与感病株数经 χ^2 ^[8] 计算结果表明, 4 个杂交组合的 χ^2 分别为 0.535 5, 0.054 0, 1.116 8 和 1.187 9, 均小于 $\chi^2_{0.05,1} = 3.84$, P 大于 0.05, 说明 4 种杂交组合的 F_2 符合 3:1 抗感分离比例, 表明 3 种抗源亲本均含有 1 对显性抗病基因, 并且证明这 3 种抗源亲本所含有的抗白粉病基因控制着小麦整个生育期的抗性。从 P 值来看杂交组合 B 的最大(0.75~0.90), 说明 *Pm13* 和 *Pm21* 聚合的 F_2 中抗病株出现的概率最大。

3 讨论

对宁夏灌区育成的小麦品种(系)白粉病调查可看出, 多年来由于无白粉病抗源, 育成的品种(系)均不抗白粉病。即使有些新品种(系)在大田表型鉴定为轻感或中抗, 一旦发病条件适宜将会大面积发生。白粉病对小麦产量和品质的影响有待研究。

从本研究结果看到, 3 个抗白粉病基因的抗病强弱依次为 *Pm21* > *Pm13* > *Pm4b*。不同抗白粉病基因的组合其后代表现出不同的抗病性。以 *Pm4b*, *Pm13*, *Pm21* 3 个基因聚合的抗病性优于 2 个基因聚合, *Pm4b*, *Pm13*, *Pm21* 3 个基因分别进行两两相聚其抗病强弱依次为(*Pm13* × *Pm21*) > (*Pm4b* × *Pm21*) > (*Pm4b* × *Pm13*)。在多抗基因聚合杂交中, 应把 *Pm21* 基因做为最后杂交。在多抗基因聚合体与育成品种(系)杂交计划中, 应以育成品种(系)为回交亲本进行有限回交, 在创制近等基因系的同时, 进一步改进农艺性状。

研究表明, 由于病原菌生理小种的变异, 抗病品种的抗病性丧失现象愈加突出, 大大缩短了抗病品种的使用年限, 甚至品种抗性丧失的速度超过了育

种速度, 这是理论和实践上亟待研究解决的问题^[9,10]。许多学者认为, 解决此问题主要从 4 个方面考虑: 尽快改变抗源单一化和品种单一化的局面; 注意多个高效抗病基因的累加及多系品种的培育; 重视低感和慢粉抗性品种的利用; 进一步挖掘小麦本身及其近缘种属所含有抗病基因^[7]。因此, 在小麦育种中, 为了提高育种效率, 应将 2 个以上有效抗病基因聚合并导入推广品种, 利用花培技术加快后代遗传性状的稳定, 缩短育种周期, 利用分子标记技术在早代检测出含有 2 种以上抗病基因的聚合体, 特别是要检测出含有 *Pm21* 基因的聚合体, 尽快培育出高产、优质、持久抗病的小麦新品种。

参考文献:

- [1] 胡英孝, 辛志勇. 小麦抗白粉病基因定位与分子标记[J]. 生物技术通报, 2000(6): 5-8.
- [2] 高德荣, 陆成彬, 吴宏亚, 等. 抗白粉病小麦育种对策[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(5): 603-604
- [3] 柴春月, 刘红彦, 伊艳杰, 等. 小麦抗白粉病基因 *Pm23* 分子标记的初步鉴定[J]. 河南农业科学, 2006(5): 47-49.
- [4] 王俊美, 柴春月, 刘红彦, 等. 小麦抗白粉病基因 *Pm4* 三个 STS 标记的实用性分析[J]. 河南农业科学, 2005(4): 38-40.
- [5] 刘润堂, 白建荣, 温琪汾, 等. 小麦抗白粉病基因导入的研究[J]. 山西农业科学, 2002, 30(1): 13-16.
- [6] 盛宝钦. 小麦抗白粉病资源的鉴定与评价[J]. 麦类作物, 1998(2): 38-41.
- [7] 浙江农业大学. 遗传学[M]. 北京: 农业出版社, 1978: 12.
- [8] 南京农业大学. 田间试验和统计方法[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 6.
- [9] 段双科, 许育彬, 吴兴双. 小麦白粉病菌致病毒性和抗病基因及抗病育种研究进展[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 83-86.
- [10] 刘红彦, 武予清, 宋玉立. 应重视小麦抗病虫基因的开发研究[J]. 河南农业科学, 2001(1): 20-21.