

我国主要麦区 101 个小麦品种(系)的抗白粉病基因推导

曹学仁¹,周益林¹,段霞瑜¹,宋玉立²,何文兰²,丁克坚³,王保通⁴,夏先春⁵

(1. 中国农业科学院植物保护研究所,植物病虫害生物学国家重点实验室,北京 100193;2. 河南省农业科学院植物保护研究所,河南郑州 450002;3. 安徽农业大学植物保护学院,安徽合肥 230036;4. 西北农林科技大学植物保护学院,陕西杨凌 712100;5. 中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要: 为了明确当前我国小麦品种(系)中抗白粉病基因的组成,利用基因推导法对来自我国主要麦区的 101 个小麦生产品种、区试品系和高代品系进行了抗白粉病基因推导。结果表明,近一半的供试生产品种对所有供试菌株表现感病;供试的大多数区试品系具有有效的抗白粉病基因;近 1/3 的高代品系含有有效的抗白粉病基因。供试小麦生产品种和区试品系及高代品系中具有已知的抗白粉病基因主要有 *Pm4b*、*Pm8*、*Pm2+Mld*、*Pm4a*、*Pm2*、*Pm2+6*、*Pm30* 等。

关键词: 小麦;白粉病;抗病基因;基因推导

中图分类号: S512.1;S435.121.4⁺6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-1041(2010)05-0948-06

Postulation of Wheat Powdery Mildew Resistance Genes in 101 Wheat Cultivars (lines) from Major Wheat Regions in China

CAO Xue-ren¹, ZHOU Yi-lin¹, DUAN Xia-yu¹, SONG Yu-li², HE Wen-lan²,
DING Ke-jian³, WANG Bao-tong⁴, XIA Xian-chun⁵

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100193, China;
2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002, China;
3. College of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China;
4. College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
5. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

Abstract: Powdery mildew resistance genes in 101 wheat cultivars (lines) from major Chinese wheat regions were studied by using gene postulation. The results indicated that nearly half of the tested commercial wheat cultivars are susceptible to all 21 isolates of *B. graminis* f. sp. *tritici*. Most regional testing cultivars carried effective powdery mildew resistance genes; therefore, those cultivars should be extended. Nearly one-third of the tested advanced lines had resistance genes that here effective to powdery mildew. *Pm4b*, *Pm8*, *Pm2+Mld*, *Pm4a*, *Pm2*, *Pm2+6* and *Pm30* were identified in the tested cultivars (lines). These information were useful for wheat powdery mildew resistance breeding and cultivars distribution.

Key words: Wheat; Powdery mildew; Resistance gene; Gene postulation

由 *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* 引起的小麦白粉病是一种世界性的小麦真菌病害,发病时产量损失达 5%~34%^[1]。小麦白粉病从 20 世纪 70 年代末以来在我国的发生范围不断扩大,

* 收稿日期:2010-03-19 修回日期:2010-06-08

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(3-15);国家自然科学基金项目(30810214);国家科技支撑计划项目(2006BAD08A05、2006BAD02A16)。

作者简介:曹学仁(1984-),男,博士研究生,主要从事小麦白粉病研究。E-mail: caoxueren1984@163.com

通讯作者:周益林(1964-),男,研究员,博士生导师,主要从事小麦病害研究。E-mail: ylzhou@ippcaas.cn

危害程度不断加重,已成为我国小麦生产上的重要病害之一,特别是 1990 年和 1991 年两年发生面积均在 1 200 万 hm^2 以上,分别造成小麦减产 14.38 亿 kg 和 7.7 亿 kg ^[2]。种植抗白粉病小麦品种能有效控制小麦白粉病,但长期单一种植某一抗病品种会对白粉菌群体产生定向化选择,使品种极易丧失抗性,因此明确小麦品种(系)中的抗病基因组成,对抗病育种和品种合理布局有重要的指导意义,抗病基因推导方法是 Loegering (1971)根据 Flor 的基因对基因学说提出来的^[3],即用具有不同毒性基因的病原菌菌株接种一套已知抗病基因的品种和供试材料,通过比较已知抗病基因的品种和供试材料对菌株的反应来识别供试材料中可能含有的抗病基因。该方法是一种不需要杂交而进行基因分析的方法,操作快速简便,能够在短期内分析较大量的材料,同时该方法不仅能识别品种所含有的已知抗病基因,还可以分析是否具有新的抗病基因^[4]。前人利用基因推导方法对我国小麦品种(系)的抗病基因鉴定进行了大量研究。牛永春等^[5]利用基因推导方法,并结合品种系谱分析对我国小麦主产区河南、山东和安徽 3 省的主要小麦生产品种进行了抗条锈基因分析;周益林等^[6]对 40 个小麦优良品种资源进行了抗白粉病基因的推导;袁军海等^[7]利用基因推导方法对我国 2003—2004 年培育的 47 个小麦品种(系)进行了抗叶锈基因研究。这些研究为小麦抗病基因的利用和布局提供了依据。但随着新品种的不断培育和推广,明确当前我国小麦品种(系)中抗白粉基因的组成显得非常必要,本研究对当前我国主要麦区的 101 个小麦生产和区试品种(系)及高代品系中的抗白粉基因进行了基因推导,以期对抗病小麦品种培育和病害防治提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试小麦品种(系)为 2006—2010 年我国主要麦区的小麦生产品种、区试品系及高代品系,共 101 份,其中包括 36 份生产品种、22 份区试品系和 43 份高代品系,分别由湖北省农科院植保土肥研究所、河南省农科院植保所、河北省农科院植保所、安徽农业大学、四川农业大学、西北农林科技大学和中国农业科学院作物科学研究所等单位提供。供试的 36 份小麦生产品种为近年来安徽、河

南、河北、陕西、四川和湖北等省生产大面积种植的品种。32 个已知抗白粉病基因的品种(系)由本课题组提供。用于鉴定的 21 个已知毒性的小麦白粉菌菌株采自我国不同的小麦生态区,为单孢堆分离物,由中国农科院植保所保存。

1.2 试验方法

试验在中国农科院植保所温室进行,具体方法参见向齐君等^[8]的方法:将已知基因品种(系)和供试材料播种于 36 $\text{cm} \times 25 \text{cm} \times 10 \text{cm}$ 的塑料方盒内,并以感病材料阿夫和 Chancellor 为对照。套上用铁丝架撑开的透明塑料袋以防污染,然后在温室中培养。待第一片叶完全展开后,接种白粉菌分生孢子,每一个菌株分别接种一套小麦寄主[包括已知基因的品种(系)和供试材料],待感病对照充分发病后,按司权民等^[9]的调查方法,记载第一片叶的反应型,其中 0、0₁、1 和 2 型为抗病反应型,3 和 4 型为感病反应型。

列出已知抗病基因品种(系)和供试材料的抗谱,并参考品种(系)的系谱,对其进行比较分析。如果供试材料与某个含已知抗病基因的品种(系)的抗谱相同或非常接近,则认为供试材料与该品种(系)所含的抗病基因相同;复合抗病基因是通过比较供试材料的抗谱与 2 个或 2 个以上的已知基因品种(系)的合成抗谱的相似程度来确定的。

2 结果与分析

2.1 36 份小麦生产品种的抗白粉病基因推导

供试小麦品种(系)及已知基因品种(系)及对供试菌株的反应分别见表 1 和表 2[其中对 21 个供试菌株全感和抗菌株数少于 11 个的具有未知基因的供试品种(系)未列出]。由表 2 可知,皖麦 53、皖麦 50、晶 27-1-1、冀麦 298、郑麦 9023、周麦 18、矮抗 58、周麦 16、豫麦 49、太空 6 号、驻 99021、周麦 23、宁麦 4 号、郑麦 336、陕 69、清山 782 和兰天 9 号等 17 个生产品种对供试的 21 个菌株全部表现感病。豫宝 1 号、豫农 202、邯 6172、郑麦 004 和陕 78 等 5 个品种均含有抗病基因 *Pm8*,其中邯 6172、郑麦 004、陕 78 除具有 *Pm8* 外,还含有其他抗病基因。陕垦 6 号、小偃 564、偃展 4110、百农 160 等 4 个品种具有 *Pm4b* 基因,绵麦 41 除含有 *Pm4b* 外,可能还有其他抗白粉病基因。济麦 22 和 *Pm2+Mld* 仅在一个菌株上的反应有差异,认为它除含有基因 *Pm2+Mld* 外,还可能含有其他抗白粉病基因。扬麦 13

的抗谱与*Pm2+6* 的抗谱一致,推测扬麦 13 具有抗病基因*Pm2+6*。成麦 11 只对具有*Pm4a* 毒性的部分菌株感病,因此除具有抗病基因*Pm4a* 外,还具有其他抗白粉病基因。襄麦 29 具有复合抗病基因*Pm2* 和*Pm4b*。另外还有 5 个品种具有未知抗病基因或基因组合,其中内麦 11 抗 21 个供试菌株中的 20 个,郑麦 366 和襄麦 25 分别抗 13 个和 11 个菌株。

2.2 22 份小麦区试品系的抗白粉病基因推导

22 份小麦区试品系选自近几年区试田间成株鉴定中表现高抗~免疫的品系。表 2 结果表明,没有对供试的 21 个菌株全部感病的品系。其中 CA0175、汶农 14 具有抗病基因*Pm2+Mld*。绵 2002-5 和轮选 01-1 与*Pm4b* 的抗谱仅有一个

菌株存在差异,宁 0569 和天民 668 与*Pm4b* 也只有 2 个菌株的反应型存在差异,推测它们除具有*Pm4b* 外,还具有其他抗病基因。豫教 0338 除具有*Pm4a* 抗病基因外,还具有其他抗病基因。兰考 34 是*Pm2* 和*Pm4b* 两个抗病基因聚合的小麦品种。另外还有 14 个供试区试品系具有未知的抗病基因或基因组合,对 21 个菌株全部表现抗病的有 7 个(贵农 006、南农 05Y628、金禾 9123、绵 06-367、扬麦 18、豫农 049-2 和 CA 0553),其中贵农 006、南农 05Y628、金禾 9123、扬麦 18 的抗性可能分别来自其亲本组合中贵农 21、92R137、92R137 和南农 P045 携带的*Pm21*;CA0175、良星 66、山农 05-066、中麦 155、宝 08-4、富麦 19 等 6 个品系均抗 13 个以上的供试菌株。

表 1 已知抗病基因小麦品种(系)对 21 个供试白粉菌株的反应

Table 1 Reaction of wheat cultivars (lines) possessing know powdery mildew resistance gene to inoculation with 21 strains of *B. graminis* f. sp tritici

品种(系) Cultivar/line	基因 Gene	小麦白粉菌菌株 Isolates of <i>B. graminis</i> f. sp tritici																				
		E01	E02	E03	E05	E06	E07	E09	E11	E13	E15	E16	E17	E18	E20	E21	E23-①	E23-②	E26	E30	E31	E32
Axminster/8cc	<i>Pm1</i>	4	4	4	4	0	3	4	4	2	4	4	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Ulka/8cc	<i>Pm2</i>	1+0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	0;	0;	4	1+0;	0;	4	4	4	4	0;	1+0;	0;	0;	1+0;	4
Asosan/8cc	<i>Pm3a</i>	4	3	0	4	4	3	0;	3	3	2	1+0;	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Chul/8cc	<i>Pm3b</i>	4	0;	4	4	1	2	4	0	0;	2	4	1	4	4	4	4	4	0	4	4	4
Sonora/8cc	<i>Pm3c</i>	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Kolibri	<i>Pm3d</i>	3	4	0;	4	3	4	0;	4	4	0;	4+0;	4	4	3+0;	4	4+0;	3+0;	3+0;	3+0;	3+0;	3+0;
W150	<i>Pm3e</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Mich. Amber/8cc	<i>Pm3f</i>	4	0	1	0	0;	2	0;	0	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0;	0;	4	0
Khapli/8cc	<i>Pm4a</i>	0	4	0;	0	0	1	0	0	0	4	3	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0
Armada	<i>Pm4b</i>	0;	3	0;	0	0	1	0	0;	0;	2	3+0;	0;	4	4	4	0;	0	0	0;	0;	0;
Hope/8cc	<i>Pm5</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Aquila	<i>Pm5(Mli)</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	4	4	4	4	0;	0;	0;	0;	0;	4
Coker 747	<i>Pm6</i>	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4+0;	4	4
CI14189	<i>Pm7</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Kavkaz	<i>Pm8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1
Wembley	<i>Pm12</i>	0;	0	0;	0;	0	0	0;	0	0	0;	0;	0;	0;	0	0	0	0	0	0	0;	0;
R4A	<i>Pm13</i>	3	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	1+0;	2+0;	0;	0	1+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;
Brigand	<i>Pm16</i>	0	0;	0;	0	0	0	0	0	0;	0	0;	0;	0;	1+0;	0	0	0	0;	0	0;	0;
Amigo	<i>Pm17</i>	4	2	4	4	1+0;	3	4	2	0;	3	4	0;	3	4	4	1	4	1	2	4	1
XX186	<i>Pm19</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
扬麦 5/Sub. 6v Yangmai 5/ Sub. 6v	<i>Pm21</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;
赤牙糙 Chiyacao 5P27	<i>Pm24</i> <i>Pm30</i>	1+0;	2+0;	1+0;	3	1+0;	1	1+0;	1+0;	1+0;	4	0	0;	3	3	3	0;	1	2	2+0;	2+0;	4+0;
小白冬麦 Xiaobaidongmai	<i>PmXBD</i>	2+0;	3+0;	1+0;	0;	3+0;	4	0;	4	4	2+0;	2+0;	3+0;	0;	1+0;	3+0;	4	1+0;	0;	0;	1+0;	3+0;
Maris Huntsman	<i>Pm2+6</i>	0	0	2	0	0;	0	0;	0	0;	0	0;	4	4	4	4	0;	0	0	0;	0	4
白兔 3 号 Baimeian 3	<i>Pm4+8</i>	1+0;	0	1+0;	0;	0	0;	0;	0	1+0;	4	3+0;	4	4	4	4	0;	0;	0;	0	0	0;
Coker 983	<i>Pm5+6</i>	4	3	1+0;	3	3	4	0;	4	4	2	0;	4	2+0;	2+0;	4	3	2	3	3+0;	1	3
Maris Dove	<i>Pm2+Mld</i>	0	0	0	0;	0;	0;	0;	0	0;	1	0	4	3+0;	4	4	0;	0	0;	0;	0;	4
Mission	<i>Pm4b+Mli</i>	0	0	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2	3+0;	4	2+0;	3+0;	4	0;	0;	0;	0;	0;	0;
Normandie	<i>Pm1+2+9</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2+0;	0;	0	2+0;	0;	0;	4	4	4	0;	0;	0;	0;	0;	4
阿夫 Afu(CK)	—	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Chancellor(CK)	—	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

2.3 43 份小麦高代品系的抗白粉病基因推导

表 2 结果表明,供试的 43 份小麦高代品系中,07CSC7、91 (260) 3-3-8、D187、D230、CP2038432、山农 6343 等 6 份材料具有抗病基因

Pm4b;530319 对供试菌株的反应和 *Pm8* 一致,推测其具有 *Pm8* 抗病基因。S06278 具有抗病基因 *Pm30*;p58 具有 *Pm4a* 基因;IBIS 和 *Pm4a* 仅在 1 个菌株的反应上有差异,因此该品系除具有

Pm4a 外还具有其他抗病基因。cp01-27-3-1-1F7 的反应型和 *Pm2+6* 的一致; P63 和 CP0127311 的抗谱和 *Pm2+Mld* 的相同。B0866 的反应型和抗病基因组合 *Pm2+Pm4b* 的反应型一致。另外

18 个供试品系对所有供试菌株感病; 7 个品系可能含有其他抗病基因或基因组合, 其中有 5 个所抗菌株数少于 5 个。

表 2 供试小麦品种(系)对 21 个供试白粉菌株的反应及基因推导结果

Table 2 Reaction of tested wheat cultivars or lines to 21 strains of *B. graminis* f. sp tritici and postulated Pm genes

品种(系) Cultivar/line	基因 Gene	小麦白粉菌菌株 Isolates of <i>B. graminis</i> f. sp tritici																					
		E01	E02	E03	E05	E06	E07	E09	E11	E13	E15	E16	E17	E18	E20	E21	E23-①	E23-②	E26	E30	E31	E32	
生产品种 Commercial wheat cultivars																							
陕垦 6 号 Shanken 6 hao	<i>Pm4b</i>	0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	4	0;	4	4	4	0	0	0	0	1	0	
扬麦 13 Yangmail3	<i>Pm2+6</i>	0;	0;	0;	0	1+0;	1+0;	2+0;	0;	0;	0	0;	4	4	4	4	0;	0;	0	0;	0	4	
小偃 564 Xiaoyan 564	<i>Pm4b</i>	1	4	0	0	0	—	0	0	1	0	4	0;	4	4	4	0	2	0;	0	0	0	
绵麦 41 Mianmai 41	<i>Pm4b+?</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1+0;	0;	0;	4	4	4	0;	0	0	0	0	0	
豫宝 1 号 Yubao 1hao	<i>Pm8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	
百农 160 Bainong 160	<i>Pm4b</i>	0	4	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0;	4	4	4	0	0	0	0	0	0	
襄麦 29 Xiangmai 29	<i>Pm2+4b</i>	0	0;	0;	2	0	1	0	1	0	2	2	4	4	4	4	0	0	0	0	1	0	
邯 6172 Han 6172	<i>Pm8+?</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4+0;	4	4	1+0;	4	4	0	4	0;
济麦 22 Jimai 22	<i>Pm2 + Mld +?</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2+0;	0;	0;	0;	0;	4+0;	1+0;	4	4	1+0;	0;	0;	0;	0;	4	
郑麦 004 Zhengmai 004	<i>Pm8+?</i>	1+0;	4	4+0;	4+0;	4	4+0;	4	4	4+0;	3	4	4+0;	4	4	4	4	4	4	4	4	1+0;	
陕 78 Shan 78	<i>Pm8+?</i>	4	4	4	4+0;	4	4+0;	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2+0;	4	0;
成麦 11 Chengmai 11	<i>Pm4a+?</i>	0;	4	2+0;	0;	0	0	0;	0;	0;	0	2	2+0;	4	4+0;	0	1+0;	0;	0;	0;	0;	0	
内麦 11 Neimai 11	?	1+0;	0;	0;	0	0;	0;	0	0;	0	0;	0	0	0	0;	4	0;	0;	0;	2+0;	0;	0	0;
郑麦 366 Zhengmai 366	?	0;	0;	0;	0	1	3	0;	0;	1+0;	4	4	3	4	4	4	0;	0;	0;	0;	1+0;	1	0;
区试品系 Regional testing cultivars																							
绵 2002-5 Mian 2002-5	<i>Pm4b+?</i>	0;	4	0	0	0	0;	0	0	0	0	0	2	4	4	4	0;	0;	0	0	0;	0	
豫教 0338 Yujiao 0338	<i>Pm4a+?</i>	0;	4+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	4+0;	4+0;	0;	4	4+0;	4	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
轮选 01-1 Lunxuan 01-1	<i>Pm4b+?</i>	0;	4	0	0	0	0;	0	0;	0;	0	0;	0;	4	4	4+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
CA0175	<i>Pm2+Mld</i>	0;	0	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	3+0;	4	4+0;	4+0;	0;	0;	0;	0;	0;	4	
兰考 34 Lankao 34	<i>Pm2+4b</i>	2	0	0	0	0;	2+0;	0	1	0;	1	2	4	4	4	4	0;	0	0;	0	0	0	
宁 0569 Ning 0569	<i>Pm4b+?</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	4+0;	4	4	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
天民 668 Tianming 668	<i>Pm4b+?</i>	0	1	0	0	0	0;	0;	0	0;	0	0;	0	3	4	4	0	0	0	0	0	0;	
汶农 14 Wennon 14	<i>Pm2+Mld</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	3+0;	4+0;	4+0;	3+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0	4+0;
贵农 006 Guinong 006	?	0;	0;	0;	0	0	0;	0;	0	0;	0	0;	0;	0	0;	0	0;	0;	0;	0	0	0	
南农 05y628 Nannong05y628	?	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	
金禾 9123 Jinhe 9123	?	0	0;	0	0	0;	0;	0;	0	0;	0	0	0	0	0;	0;	0;	0	0	0	0	0;	
CA0175	?	4	0;	0;	0;	0;	1	2	0;	0	0;	0;	4	4	4	4	1+0;	0;	2	0;	2	4	
良星 66 Liangxing 66	?	0;	3+0;	3+0;	1+0;	4	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	4	4+0;	4	4	1+0;	2+0;	0;	0;	0;	4	
绵 06-367 Mian 06-367	?	0;	0	0;	0	0;	1+0;	0	1+0;	0;	0	0	0;	0	0;	0	0	0	0	0;	0;	2+0;	
扬麦 18 Yangmai 18	?	1+0;	0	0;	0;	0;	1+0;	0;	1+0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0	1+0;	1+0;	2+0;	
山农 05-066 Shannong 05-066	?	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2+0;	4	0;	0;	0;	4+0;	4+0;	4	4+0;	0;	0;	0;	0;	0;	4+0;	

(续表 2)

品种(系) Cultivar/line	基因 Gene	小麦白粉病菌株 Isolates of <i>B. graminis</i> f. sp. tritici																				
		E01	E02	E03	E05	E06	E07	E09	E11	E13	E15	E16	E17	E18	E20	E21	E23-①	E23-②	E26	E30	E31	E32
中麦 155 Zhongmai 155	?	0;	0;	0;	0;	0;	0;	2+0;	0;	0;	0;	3+0;	4+0;	3+0;	4	0;	0;	0;	0;	0;	0;	4
宝 08-4 Bao 08-4	?	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	4+0;	3+0;	4	4+0;	0;	0;	0;	0;	0;	3+0;
富麦 19 Fumai 19	?	0;	0;	0;	0;	0	0;	0;	0;	0;	0	0	0;	0;	0	4+0;	0;	0	0;	0;	0;	0;
豫农 049-2 Yunong 049-2	?	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0	0;
CA0553	?	2+0;	0;	0;	0;	2+0;	0;	0;	0;	2+0;	0;	0	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	1+0;	0;	1+0;	2+0;
高代品系 Advanced lines																						
07CSC7	<i>Pm4b</i>	1	4	0	0	0	2	0	1	0	1	3	0;	4	4	4	1	0	0	1	0	0
91(260)3-3-8	<i>Pm4b</i>	0;	3+0;	0;	0;	0;	2	0;	1+0;	2+0;	1+0;	4+0;	0;	3+0;	3+0;	3+0;	0;	0;	2+0;	0;	1+0;	1+0;
S06278	<i>Pm30</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	3	—	3	4	3	0	0	0;	0	0	0
p58	<i>Pm4a</i>	2	4	0	1+0;	0	2+0;	1	0;	1	4	4	2	4	4	4+0;	0;	2	0;	0	3	0;
D187	<i>Pm4b</i>	0	4	0;	0	0;	0	0;	0	0;	0	4	0	4	4	4	0	0;	0;	0;	1+0;	0;
D230	<i>Pm4b</i>	0	4	0;	0	0	1	0;	0	0	0	4	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0;
P63	<i>Pm2+Mld</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	4	4	3+0;	3+0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	3+0;
CP0127311	<i>Pm2+Mld</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	0;	4+0;	4	4+0;	4	0;	0;	0;	0;	0;	4+0;
CP2038432	<i>Pm4b</i>	0	3	0;	0	0;	0	0	1	0	4	0;	4	3	4	0	0	0	0	0;	0;	0
山农 6343 Shannong 6343	<i>Pm4b</i>	1+0;	3	0;	0	0	1	0	0;	0;	2	4+0;	0;	4	4	4	1	1	0	0	0;	0;
530319	<i>Pm8</i>	4	4	4	4	4	4	4+0;	4	4	4	4+0;	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
B0866	<i>Pm2+4b</i>	1	0;	0;	0;	0;	1	0	1	0	2+0;	2+0;	4	4	4	4	0	0	0	0;	0	0;
CP01-27-3-1-1	<i>Pm2+6</i>	1+0;	0;	0;	0;	1+0;	0;	0;	0;	2+0;	0	0;	4	4	4	4	0;	0;	0;	0;	0;	4
IBIS	<i>Pm4a+?</i>	1+0;	0	0;	0;	2+0;	2+0;	0;	2+0;	0;	0;	0;	2+0;	4	3+0;	4	0;	0;	0;	0;	0;	0;
D232	?	0	0;	0;	0	1+0;	0;	0;	0	0;	0	0;	0	0	0;	0	0;	0	0;	0;	0;	1+0;
SSAYH	?	0	0	0	0	2	4+0;	0	1	0	0	0;	1	0	1+0;	0	2	2	3+0;	0	2	0

对供试菌株全部感病及部分含有未知抗病基因的小麦品种(系)(抗菌株数<11)未在表中列出;"?"表示未知基因或基因组合。

Wheat cultivars (lines) susceptible to all twenty-one isolates of *B. graminis* f. sp. *tritici* or carrying unknown resistance genes (number of resistance isolates<11) are not listed in the table;"?" indicated an unknown gene or gene combination.

3 讨论

培育、推广并合理布局抗病品种是控制小麦白粉病发生和危害最有效的措施,了解品种(系)中抗病基因的组成是品种培育、布局及轮换的基础。本研究结果表明,供试的 36 份小麦生产品种中有 17 个不含抗白粉基因,同时还有 5 个含有 *Pm8* 基因。*Pm8* 在我国小麦生产上已丧失抗性,这表明当前我国主要麦区生产品种中大多不含有有效抗白粉基因,急需选育抗病新品种。尽管供试生产品种中推导出的已知抗病基因还有 *Pm4a*、*Pm4b*、*Pm2+Mld*、*Pm2+6* 等,但以 *Pm4b* 占多数,*Pm4b* 毒性频率近几年度有明显的上升(2005、2006、2007 和 2008 年度分别为 8.37%、

29.01%、20.68% 和 25.10%,数据未发表),因此在生产上注意慎用。*Pm2+6* 和 *Pm2+Mld* 在我国仍然保持很好的抗性,推荐使用,同时应注意合理布局避免抗性丧失。

近年来本课题组每年对全国区试品系成株抗白粉病鉴定的结果发现,尽管大部分品系均为感病品种,但也有高抗以上的品系,其中全免疫的品系占鉴定品种的 5% 左右,这说明育种家已开始重视抗白粉病的品种选育工作,本研究对区试鉴定中表现好的 22 个区试品系基因推导的结果表明,7 个能抵抗所有供试菌株,另外 14 份具有有效的抗白粉病基因,包括 *Pm2*、*Pm4a*、*Pm4b*、*Pm2+Mld* 和其他未知基因或基因组合,应加快这些品种在生产上的推广。

供试高代品系中,仅有近 1/3 的品系含有有效的抗白粉基因,包括 *Pm2*、*Pm4a*、*Pm4b*、*Pm30*、*Pm2+Mld*、*Pm2+6* 和其他未知基因或基因组合,这表明当前我国白粉病抗病育种形势仍比较严峻,抗白粉后备品种(系)比较少,抗病品种培育仍需加强,并注意抗病基因的多样化及多基因抗病品种的培育。

基因推导法是目前小麦抗病基因鉴定中比较常用的方法,但是该方法对供试菌株的鉴别能力要求较高,供试材料的遗传背景、实验环境条件和人为调查误差都能影响基因推导结果的准确性^[5]。在国内外已正式命名的来自 39 个位点的 55 个小麦白粉病抗病基因中,有 30 个已开发了连锁的分子标记^[11],这为利用分子标记检测小麦白粉病抗病基因提供了基础,将基因推导和分子标记相结合,将大大提高品种(系)抗白粉病基因鉴定结果的准确性。

参考文献:

[1] Bennett F G A. Resistance to powdery mildew in wheat: A re-

view of its use in agriculture and breeding programmes[J]. Plant Pathology, 1984, 33: 279-300.

[2] 邵振润, 刘万才. 我国小麦白粉病的发生现状与治理对策[J]. 中国农学通报, 1996, 12(6): 21-23.

[3] Loegering W Q, McIntosh R A, Burton C H. Computer analysis of disease data to derive hypothetical genotypes for reaction of host varieties to pathogens[J]. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 1971, 13: 742-748.

[4] 郭爱国, 赤国彤, 王焕如. 小麦抗病性基因推导方法的发展及应用[J]. 河北农业大学学报, 1993, 16(2): 98-104.

[5] 牛永春, 乔奇, 吴立人. 豫鲁皖三省重要小麦品种抗条锈基因推导[J]. 植物病理学报, 2000, 30(2): 122-128.

[6] 周益林, 段霞瑜, 陈刚, 等. 40 个小麦优良品种资源的抗白粉病基因推导[J]. 植物病理学报, 2002, 32(4): 301-305.

[7] 袁军海, 刘太国, 陈万权. 中国 47 个小麦新品种(系)苗期抗叶锈基因推导[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9): 1925-1935.

[8] 向齐君, 盛宝钦, 段霞瑜, 等. 若干小麦抗白粉病品系的有效抗病基因的测定[J]. 作物学报, 1996, 22(6): 741-744.

[9] 司权民, 张新心, 段霞瑜, 等. 小麦抗白粉病品种的基因分析与归类研究[J]. 植物病理学报, 1992, 22(4): 349-355.

[10] 李春鑫, 许为钢. 小麦白粉病抗病基因分子标记开发及应用研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(10): 53-58.

欢迎订阅 2011 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》中、英文版由农业部主管、中国农业科学院主办。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。设有作物遗传育种; 耕作栽培·生理生化; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 园林; 贮藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医等栏目。读者对象是国内外农业科研院(所)、农业大专院校的科研、教学人员。

《中国农业科学》中文版影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。1999 年起连续 10 年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”资助; 2001 年入选中国期刊方阵双高期刊; 1999 年获“首届国家期刊奖”, 2003、2005 年获“第二、三届全国期刊奖提名奖”; 2004—2006 年连续荣获第四、五届全国农业优秀期刊特等奖; 2001 年起 6 次被中信所授予“百种中国杰出学术期刊”称号; 2008 年获中国科技信息研究所“精品科技期刊”称号, 及武汉大学中国科学评价中心“权威期刊”称号。在北京大学《中文核心期刊要目总览(2008 年版)》中位居“农业综合类核心期刊表”首位。2010 年 1 月起中文版改为半月刊, 将有更多最新农业科研成果通过《中国农业科学》及时报道。

《中国农业科学》英文版(Agricultural Sciences in China) 2002 年创刊, 2006 年 1 月起正式与国际著名出版集团 Elsevier 合作, 海外发行由 Elsevier 全面代理, 全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2010 年 1 月起英文版页码增至 160 页。2010 年 Agricultural Sciences in China 被 SCIE 收录。

《中国农业科学》中文版大 16 开, 每月 1、16 日出版, 国内外公开发售。每期 224 页, 定价 49.50 元, 全年定价 1188.00 元, 国内统一刊号: CN11-1328/S, 国际标准刊号: ISSN0578-1752, 邮发代号: 2-138, 国外代号: BM43。

《中国农业科学》英文版大 16 开, 每月 20 日出版, 国内外公开发售。每期 160 页, 国内订价 36.00 元, 全年 432.00 元, 国内统一刊号: CN11-4720/S, 国际标准刊号: ISSN1671-2927, 邮发代号: 2-851, 国外代号: 1591M。

邮 编: 100081; 地址: 北京 中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部

电 话: 010-82109808, 82106279, 82106283, 82106282, 传真: 010-82106247

网 址: www.ChinaAgriSci.com E-mail: zgnykx@mail.caas.net.cn