

## 小麦新种质 YW 243 白粉病抗性鉴定和遗传分析\*

谢 皓 陈 孝 盛宝钦 辛志勇 孔凡晶 林志珊 马有志

(中国农业科学院作物育种栽培研究所, 农业部作物遗传育种重点开放实验室, 北京 100081)

**提 要** 利用病菌接种鉴定、抗性遗传分析、基因推导和 STS 方法, 对抗白粉病小麦新种质 YW 243 进行鉴定。YW 243 高抗我国白粉病菌毒性级别在 7 级以下、毒性频率占 90% 以上的生理小种, 抗性有效, 可在我国大部分麦区使用。与感病品种中国春、京 771 测交的 F<sub>2</sub> 抗感分离符合 3 : 1 比例, 证明 YW 243 对白粉病的抗性由 1 对显性基因控制。基因推导、抗性遗传分析和 STS-PCR 产物的 RFLP 带型分析结果表明, 其抗性基因为 *Pm 4b*。STS-PCR 产物的 RFLP 带型分析发现限制性内切酶 *Hind* III 酶切的 *Pm 4a* 和 *Pm 4b* 扩增产物有多态性, 根据带型差异可鉴别这两个等位基因, 该结果尚未见到有关报道。

**关键词** 小麦; YW 243; 白粉病; 鉴定

## Identification of a Wheat Line YW 243 Resistant to Powdery Mildew and Genetic Analysis

XIE Hao CHEN Xiao SHEN G Bao-Qin XIN Zhi-Yong KONG Fan-Jing  
LI N Zhi-Shan MA You-Zhi

(Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS, Beijing 100081, China)

**Abstract** The wheat line YW 243 was evaluated using resistance test, gene to gene and genetic analysis and STS. The results indicated the line with an efficient resistance was able to resistant to 1~7 group races which virulence frequency is above 90% in China. Test crossing were carried out using susceptible wheat cultivars Chinese Spring (CS) and Jing 771. It showed a pair dominance gene controlled YW 243 with powdery mildew resistance. The gene to gene, genetic analysis and RFLP analysis of STS-PCR band confirmed that the resistance gene of YW 243 may be *Pm 4b*. RFLP analysis of STS-PCR band can used to differentiate *Pm 4a* and *Pm 4b*.

**Key words** Wheat; YW 243; Powdery mildew; Identification

小麦白粉病 (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) 是世界各小麦产区的主要病害之一, 目前在我国麦区有加重趋势, 利用抗病品种是控制这一病害最安全有效的措施。据统计我国生产上大面积推广的抗病品种所含有的抗病基因主要是来自黑麦的 *Pm 8* 基因, 由于抗性单一, 小麦

\* 基金项目: 国家“九五”科技攻关项目 (96-C01-01-06-09); 北京市自然科学基金项目 (592008)

作者简介: 谢皓, 1962 年出生; 男; 北京人; 讲师; 作物遗传育种专业硕士; 小麦抗病遗传育种; 工作单位北京农学院。

联系作者 中国农业科学院植物保护研究所

致谢: 对本研究给予帮助的段霞瑜、张增艳、徐琼芳、张珠云等同志谨致谢意

收稿日期: 2000-12-08, 接受日期: 2001-06-21

Received on: 2000-12-08, Accepted on: 2001-06-21

白粉病生理小种毒性变异快,其抗性已基本丧失,更换新的抗性基因已迫在眉睫。迄今已鉴定出30余个抗病基因,基因编号从 $Pm\ 1$ 到 $Pm\ 24$ (包括8个复等位基因),但是 $Pm\ 10$ 以后的基因多为近期发现,研究利用的较少。 $Pm\ 1\sim Pm\ 9$ 基因的抗性表现在不同的地区也有差异,有些基因在我国已无利用价值。向齐君等<sup>[1]</sup>用一套无毒和有毒菌株对60多个抗性材料进行分析,鉴定出这些菌株对含有 $Pm\ 2$ 、 $Pm\ 4a$ 、 $Pm\ 4b$ 和 $Pm\ 2+Pm\ 6$ 等抗性基因的材料毒性频率都较低,证明抗性十分有效。上述基因分别源于小麦的近缘种属提莫菲维小麦、二粒小麦、波斯小麦,其基因载体的农艺性状、产量性状与生产品种均有一定的差距,必须进行改良方能利用。

本实验室通过复合杂交和花药培养选育的农艺性状较好、遗传稳定的小麦新种质YW 243不仅抗小麦白粉病,而且高抗黄矮病、锈病等多种病害<sup>[2]</sup>。本文利用白粉病菌接种鉴定、基因推导、抗性基因遗传分析及分子标记等方法,对YW 243进行抗性评价、基因分析,为育种家利用该种质的白粉病抗性提供遗传根据和选择的分子标记。

## 1 实验材料和方法

### 1.1 材料

YW 243,普通小麦感病品种中国春、京771、中8601等由中国农科院作物所生物技术育种组提供;已知抗白粉病基因系 $Khap\ li/8^+Cc(Pm\ 4a)$ 、 $U\ lka/8^+Cc(Pm\ 2)$ 由中国农科院植保所提供; $V\ PM/百农\ 3217\times 3(Pm\ 4b)$ 、 $T\ im\ galen(Pm\ 6)$ 、 $Pm\ 12/百农\ 3217\times 4(Pm\ 12)$ 、 $Pm\ 13/百农\ 3217\times 2(Pm\ 13)$ 、二粒抗/北京837 $\times 2(Pm\ 16)$ 等由中国农科院品资所提供。

小麦白粉病菌15号小种;一套不同毒性白粉病菌系和一套已知基因系(表1、3),均由中国农科院植保所提供。

STS特异引物由上海生工生物工程技术有限公司合成。限制性内切酶 $EcoR\ I$ 、 $EcoR\ V$ 、 $Pst\ I$ 、 $H\ indIII$ 和 $Bam\ H$ 购自华美生物工程技术有限公司。

PCR扩增仪为GENEAMP PCR SYSTEM 9600。

### 1.2 方法

1.2.1 小麦白粉病菌的抗性鉴定 用21个生理小种编号在11~715之间的不同毒性的白粉病菌系,分别对YW 243苗期接种,调查抗性反应,按0(免疫),0;1(高抗),2(中抗),3(中感),4(高感)分级。

#### 1.2.2 抗白粉病基因推导

1.2.2.1 YW 243与感病品种京771、中国春杂交 $F_1$ 、 $F_2$ 代种子种于温室,待幼苗2叶龄后,用涂抹法接种白粉病15号小种,对照感病品种中8601完全发病时,调查每个组合的抗感株数,根据 $F_1$ 、 $F_2$ 代抗感分离比例推断抗病基因数目和遗传类型。

1.2.2.2 YW 243与已知基因系 $Pm\ 2$ 、 $Pm\ 4a$ 、 $Pm\ 4b$ 、 $Pm\ 6$ 、 $Pm\ 12$ 、 $Pm\ 13$ 、 $Pm\ 16$ 杂交 $F_2$ 代种子处理和调查方法同上。

1.2.2.3 YW 243和22个已知基因系在苗期分别接种26个不同毒性的白粉菌系,调查抗性反应。根据YW 243和鉴别寄主抗谱的相似性,推导抗病基因类型。

#### 1.2.3 抗白粉病基因的分子标记检测

1.2.3.1 抗感基因池(BSA)的构建 从YW 243 $\times$ 中国春 $F_2$ 代接种白粉病15号小种的抗感分离群体中随机选取抗病和感病植株各10株,分别提取DNA,抗、感单株DNA按等体积

比例混合构成抗病池和感病池。

1.2.3.2 STS 特异引物 PCR 反应 根据刘金元等<sup>[13]</sup> (1999) 报道的 STS-*Pm 4* 特异引物的分子序列, 上游引物 P1 (5'-ACGA GTGA TGCTCCA GGA TA TGG-3'); 下游引物 P2 (5'-GA TCCACCTTTTCCTTGACAA GC-3'), 上海生工生物技术公司合成后, 参考其实验方法, 但扩增体系和条件有改变。

扩增反应体系为 25  $\mu$ L, 其中含模板 DNA 40 ng, 10 mmol/L Tris-HCl (pH 8.3), 50 mmol/L KCl, 2.0 mmol/L MgCl<sub>2</sub>, 4 种 dNTP 各为 100  $\mu$ mol/L, *Taq* 酶为 1U, 引物各 10  $\mu$ mol/L。反应条件为 94  $^{\circ}$ C 变性 1 分钟, 随后进行 30 个循环: 96  $^{\circ}$ C 1 分钟, 56  $^{\circ}$ C 1 分钟, 72  $^{\circ}$ C 1 分钟, 最后 72  $^{\circ}$ C 延伸 10 分钟。第一轮扩增后, 从扩增产物中取 3.0  $\mu$ L 作为模板 DNA, 进行第二轮扩增。扩增产物在 1.2% 的琼脂糖凝胶中电泳 2 小时左右, 溴化乙锭中染色, 紫外扫描仪上观察并照相。

1.2.3.3 扩增产物的 RFLP 带型分析 STS 特异引物扩增产物连续扩增二轮后, 分别用限制性内切酶 *EcoR* I、*EcoR* V、*Pst* I、*Hind* III 和 *Bam* H 进行酶切。酶切反应在 37  $^{\circ}$ C 水浴下进行, 酶切 15 小时。反应完成后在 1.2% 的琼脂糖凝胶中电泳 2 小时左右, 溴化乙锭中染色, 紫外扫描仪上观察并照相。

## 2 结果与分析

### 2.1 对不同毒性白粉病菌的抗性反应

从 YW 243 对不同毒性的白粉病菌的抗性反应中可以看出 (表 1), YW 243 的 4 个株系高抗 213 号以下生理小种 (0~ 0<sub>1</sub>), 对 335 号以后的生理小种感病 (4 级), 对 213 号~ 335 号之间的小种的抗性因供试菌种有限, 未能反映出来。目前我国发现的白粉病菌主要为 177 号以下小种, 毒性频率占 90% 以上<sup>[14]</sup>, 说明 YW 243 的抗性仍然有效。

表 1 YW 243 对小麦白粉菌系的抗性反应

Table 1 Reactions of YW 243 to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*

菌株号 Isolates No.	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E14	E13	E15	E17	E12	E19	E20	E21	E18	E19
小种号 Physiologic races No.	11	11	11	11	15	15	15	15	15	15	17	17	37	111	111	213	335	375	377	633	715
YW 243-1	0	0	0	0	0;	0	-	0;	-	0;	0	0	0;	0	-	-	4	4	4	4	4
YW 243-2	0	0	0;	-	0;	0	0;	0	0;	0;	0	0	-	0;	0	0	-	4	4	4	-
YW 243-3	0	0	0;	0	0;	0;	0;	0	0;	0;	0	0	0;	0;	0	-	4	4	-	4	4
YW 243-4	0	-	-	0	0;	0;	-	0	0;	0;	-	0	0;	0	0	0	-	4	4	4	4

### 2.2 抗性基因分析

2.2.1 抗性基因遗传分析 小麦白粉菌 15 号小种接种鉴定结果表明 YW 243 高抗白粉病 (表 2)。YW 243 与感病品种京 771、中国春的杂种 F<sub>1</sub> 代全部抗病, 杂种 F<sub>2</sub> 代抗、感株比例分别为 185/52、123/47, 抗感分离符合孟德尔 1 对显性基因分离比例 3/1, 说明 YW 243 含有 1 对显性抗白粉病基因。

2.2.2 基因推导 YW 243 与供试的已知单显基因系 *Pm 2*、*Pm 4a*、*Pm 6*、*Pm 12*、*Pm 13*、*Pm 16* 测交的 F<sub>2</sub> 代抗感单株比均为 15/1 (表 2), 说明杂种中有 2 对基因, 有此推断 YW 243

的抗性基因与上述基因不同。与 *Pm 4b* 测交的  $F_2$  代未发现感病单株, 说明 YW 243 所含基因与 *Pm 4b* 相同。

表2  $F_1$ 、 $F_2$  代对小麦白粉病 15 号小种的抗性分离  
Table 2 Segregation for seedling reaction to race 15 in  $F_1$  and  $F_2$  progenies

组合 Combination	世代 Generation	株数 No. of plant	抗病株数 Resistant plant	感病株数 Susceptible plant	抗感比例		$\chi^2$
					R	S	
YW 243		25	25	0	25	0	
YW 243 × 京 771 (Jing771)	$F_1$	25	25	0	25	0	
京 771 (Jing771) × YW 243	$F_1$	25	25	0	25	0	
YW 243 × 京 771 (Jing771)	$F_2$	237	185	52	3	1	1.025
中国春 (CS) × YW 243	$F_2$	170	123	47	3	1	0.502
YW 243 × <i>Pm 2</i>	$F_2$	53	51	2	15	1	0.212
<i>Pm 2</i> × YW 243	$F_2$	117	108	9	15	1	0.206
YW 243 × <i>Pm 4a</i>	$F_2$	89	82	7	15	1	0.168
YW 243 × <i>Pm 4b</i>	$F_2$	63	63	0	63	0	-
<i>Pm 4b</i> × YW 243	$F_2$	73	73	0	73	0	-
YW 243 × <i>Pm 6</i>	$F_2$	52	50	2	15	1	0.185
<i>Pm 6</i> × YW 243	$F_2$	78	73	5	15	1	0.031
YW 243 × <i>Pm 12</i>	$F_2$	94	92	2	15	1	2.068
<i>Pm 12</i> × YW 243	$F_2$	90	84	6	15	1	0.029
YW 243 × <i>Pm 13</i>	$F_2$	196	176	20	15	1	0.310
<i>Pm 16</i> × YW 243	$F_2$	90	84	6	15	1	0.029
中 8601 (对照) Zhong8601 (CK)		86	0	86	0	1	-

$$\chi^2_{0.05(1)} = 3.84$$

YW 243 和 22 个白粉病已知基因鉴别寄主分别接种 26 个不同毒性的白粉菌系, 鉴定结果表明 YW 243 的抗性反应与含 *Pm 4b* 基因的鉴别寄主相似性最大, 相似程度为 92.3%; 其次是 *Pm 4+*、*Pm 8* 为 88.5%; *Pm 4b+M1* 为 80.77%; *Pm 4a* 为 77%; *Pm 2* 为 69%; *Pm 2+*、*Pm 6* 为 65%。从抗病水平上看在供试的 26 个菌系中, *Pm 4b* 抗 19 个菌系, *Pm 4a* 抗 15 个菌系, 而 YW 243 抗 21 个菌系。*Pm 4b* 对 YW 243 所抗的 E15、E16 菌系感病, 说明 YW 243 抗病基因的抗谱宽于 *Pm 4b* 基因(表 3)。

### 2.3 抗白粉病基因的分子标记

STS-PCR 反应, 用 STS 特异引物 P1+P2 对 YW 243 进行 PCR 反应, 结果表明, YW 243、*Pm 4a*、*Pm 4b* 及 YW 243 × 中国春的抗病池、抗病单株均扩增出一条 1.7 kb 的特异带, 而感病品种中国春及 YW 243 × 中国春的感病池、感病单株中无此带(图 1)。该结果与刘金元等<sup>[3]</sup>相吻合, 抗病特异带均在 1.7 kb 处。说明 YW 243 的抗性基因为 *Pm 4*, 该标记亦可作为 YW 243 抗白粉病基因的分子标记。

*Pm 4a* 和 *Pm 4b* 是等位基因, 为鉴定 YW 243 属于何种基因, 对 STS 特异引物的 PCR 产物进行了 RFLP 带型分析。用限制性内切酶 *EcoR I*、*EcoR V*、*Pst I*、*HindIII* 和 *BamH I* 等对 YW 243、*Pm 4a*、*Pm 4b* 的 PCR 产物进行酶切, 在 5 种酶切反应中, 限制性内切酶 *HindIII* (酶切位点 A A GCTT) 对 YW 243、*Pm 4b* 的扩增产物酶切出 3 种不同分子量的 DNA 片段, 而 *Pm 4a* 的扩增产物仅有 2 种 DNA 片段(图 2), 由此推断 YW 243 的抗白粉病基因为 *Pm 4b*。

表 3 供试品种对小麦白粉菌的抗性反应  
Table 3 Reaction of tested cultivars to races

编号 No	供试品种 Cultivar	基因 Gene	E21	E24	E07	E19	E04	E02	E11	E22	E23	E18	E03	E13	E32
1	U lka/8cc	<i>Pm 2</i>	4	0;	0;	4	0;	0;	4	0;	0;	4	1+ 0	4	4
2	Kavkaz	<i>Pm 8</i>	4	4	0;	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0;
3	Maris Huntsman	<i>Pm 2+ 6</i>	4	0;	0;	3	0;	0;	4	0;	0	4	0;	3	3
4	白免 3 号 Bainian	<i>Pm 4+ 8</i>	4	0;	0;	4	0;	2+ 0;	0;	4	0;	4	0;	0;	0;
5	小白冬麦 XBD	-	2+ 0	0;	1+ 0;	2+ 0;	1+ 0;	1+ 0;	4	4	3	1+ 0;	0;	0;	-
6	Chancellor	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	Axinster/8cc	<i>Pm 1</i>	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	4
8	Asosan/8cc	<i>Pm 3a</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4
9	Chul/8cc	<i>Pm 3b</i>	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4
10	Sonora/8cc	<i>Pm 3c</i>	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4
11	Michamb/8cc	<i>Pm 3f</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
12	Khapli/8cc	<i>Pm 4a</i>	4	0	0;	4	4	4	0	4	0	4	0	0	0;
13	Amado	<i>Pm 4b</i>	4	0	0;	4	0;	0;	0	4	0	4	0	0	0;
14	Hope/8cc	<i>Pm 5</i>	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4
15	Timgalen	<i>Pm 6</i>	4	4	4	3	0;	0;	4	4	4	3	3	4	3
16	Coker983	<i>Pm 5+ 6</i>	4	2	3	3	0;	1+ 0;	4	4	3	2	2	3	2
17	CI4189	<i>Pm 7</i>	4	0;	0;	3	0;	0;	4	0;	0;	4	0;	3	4
18	Amigo	<i>Pm 17</i>	4	4	4	3	0;	1	4	3	4	3	0;	0	4
19	brock	<i>Pm 2+ Ta</i>	4	0;	0;	3	0;	0;	4	0;	0;	4	0;	3	3
20	MarisDove	<i>Pm 2+ Mld</i>	4	0;	0;	2	0;	0;	4	0	0	0;	0;	2	3
21	Mission	<i>Pm 4b+ Ml</i>	4	0;	0;	4	0;	0;	0	4	0	0;	0;	2	4
22	<i>Pm 19</i>		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
23	YW 243		4	0;	0	4	0;	0;	0;	4	0	4	0	0;	0;

编号 No	供试品种 Cultivar	基因 Gene	E05	E08	E20	E09	E10	E12	E16	E17	E14	E25	E01	E15	E06
1	U lka/8cc	<i>Pm 2</i>	0;	0;	4	0;	4	4	0;	0;	4	0;	0;	0;	0
2	Kavkaz	<i>Pm 8</i>	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
3	Maris Huntsman	<i>Pm 2+ 6</i>	0;	0;	3	0;	1;	1+ 0;	0;	0;	4	0;	0;	0;	0
4	白免 3 号 Bainian	<i>Pm 4+ 8</i>	0;	0;	4	0;	0;	0;	4	3	0;	0;	0;	0;	0
5	小白冬麦 XBD	-	0;	0;	0;	0;	0	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	1
6	Chancellor	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	Axinster/8cc	<i>Pm 1</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4
8	Asosan/8cc	<i>Pm 3a</i>	4	4	4	4	0	0	3	4	4	4	4	3	4
9	Chul/8cc	<i>Pm 3b</i>	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0;	4
10	Sonora/8cc	<i>Pm 3c</i>	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4
11	Michamb/8cc	<i>Pm 3f</i>	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	0
12	Khapli/8cc	<i>Pm 4a</i>	0;	0;	4	0;	4	0;	4	4	0;	0	0;	4	0
13	Amado	<i>Pm 4b</i>	0;	0;	4	0;	0;	0;	4	0;	0;	0;	0;	3+ 0;	0;
14	Hope/8cc	<i>Pm 5</i>	4	3	4	3	4	4	4	0;	4	3	4	4	4
15	Timgalen	<i>Pm 6</i>	4	3	4	3	4	4	4	0;	4	3	4	4	4
16	Coker983	<i>Pm 5+ 6</i>	1	0;	3	1	1+ 0;	1+ 0;	2	0;	3	2;	1	0;	0;
17	CI4189	<i>Pm 7</i>	0	0;	4	0;	2+ 0;	2+ 0;	0	0;	3	0;	0	0;	0;
18	Amigo	<i>Pm 17</i>	3	4	4	4	4	4	4	0;	4	3	4	3	4
19	brock	<i>Pm 2+ Ta</i>	0;	0;	4	0;	4	4	0;	0;	4	0;	0;	0;	0;
20	MarisDove	<i>Pm 2+ Mld</i>	0;	0;	3	0;	1+ 0;	1+ 0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;	0;
21	Mission	<i>Pm 4b+ Ml</i>	0;	0;	0;	0;	0;	0	4	0;	0;	0	0;	0;	0;
22	<i>Pm 19</i>		0;	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4
23	YW 243		0;	0;	4	0;	0	0	0;	0	0	0	0	0;	0

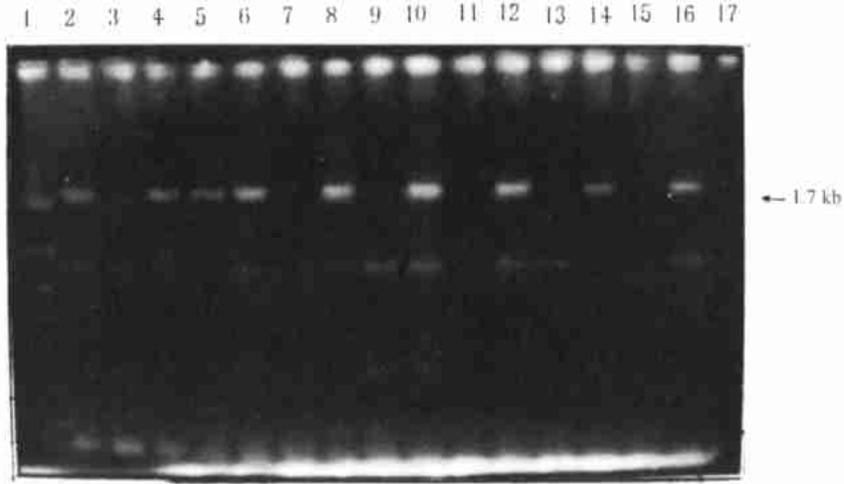


图1 引物(P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>)的STS分析

Fig 1 The STS analysis using P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub> primers

1. PCR Marker; 2 YW 243; 3 中国春; 4 Khapli/8<sup>+</sup>Cc(Pm 4a); 5 VPM/百农 3217×3(Pm 4b); 6 抗病池;  
7. 感病池; 8 10 12 14 16 抗病单株; 9 11 13 15 17. 感病单株 示 1.7 kb 抗病特异带
1. PCR M arker; 2 YW 243; 3 CS; 4 Khapli/8<sup>+</sup>Cc(Pm 4a); 5 VPM/Bainong3217×3(Pm 4b); 6 Resistant pool;  
7. Susceptible pool; 8 10 12 14 16 F<sub>2</sub> resistant plant; 9 11 13 15 17 F<sub>2</sub>  
susceptible plant 1.7 kb specific resistant band



图2 *Hind*III酶切 STS-PCR 产物的RFLP 带型分析

Fig 2 RFLP band analysis of *Hind*III digested DNA of STS-PCR

1. YW 243; 2 Khapli/8<sup>+</sup>Cc (Pm 4a); 3 VPM/百农 3217×3 (Pm 4b) 示特异带
1. YW 243; 2 Khapli/8<sup>+</sup>Cc (Pm 4a); 3 VPM/Bainong3217×3 (Pm 4b) specific band

### 3 讨论

3.1 YW 243 经 8 年的人工、温室接种鉴定均对北京地区的白粉病菌 15 号小种表现高抗或免疫, 说明其抗性稳定。司权民等<sup>[5]</sup> (1987) 对我国白粉病菌生理小种进行了编码, 编码小的毒性较弱, 大者毒性较强。并根据 9 个鉴别寄主毒性频率的梯度差异, 将小种分为 9 个毒性级别, 1 号小种为 1 级, 3 号小种为 2 级, 5~7 号小种为 3 级, 11~17 号小种为 4 级, 23~37 号小种为 5 级, 57~77 号小种为 6 级, 101~177 号小种为 7 级, 201~313 号小种为 8 级, 405 号小种以上为 9 级。本研究中 21 个不同毒性的白粉菌系鉴定结果表明 YW 243 至少抗 7 级以下和 8 级内部分生理小种, 这些小种的毒性频率占到全部小种的 90% 以上<sup>[4]</sup>, 由此可见 YW 243 的抗性对绝大部分白粉菌生理小种有效。

3.2 据向齐君等<sup>[11]</sup> (1996) 报道 *Pm 2*、*Pm 4a*、*Pm 4b*、*Pm 6* 在北京和我国大部分麦区抗性有效, *Pm 4b* 的抗性表现最好。本研究通过测交、基因推导和 STS-RFLP 检测, 均说明 YW 243

含有 *Pm 4b* 基因, 同时还发现 YW 243 的抗谱要宽于供试的 *Pm 4b* 材料, 这可能是由于供试的 *Pm 4b* 基因载体和 YW 243 的遗传背景不同, 或在 YW 243 中含有微效基因, 有待于进一步研讨。本研究选用的 STS 标记是刘金元等<sup>[3]</sup> 位于 2AL 染色体上的 RFLP 标记探针 *X bcd 1231*

转化而来, 因此 YW 243 的抗性基因也位于 2AL 染色体上。

3.3 *Pm 4a* 和 *Pm 4b* 是等位基因, 已有报道的分子标记可同时检测 *Pm 4a* 和 *Pm 4b*, 而不能区别这两个等位基因。钟少斌等<sup>[7]</sup> (1993) 用普通小麦 Chance1br 和它的抗白粉病近等基因系 Khap li/8<sup>+</sup>Cc 筛选出 2 个与 *Pm 4a* 连锁的 RAPD 引物 OPV 06、OPV 03。Ma 等<sup>[6]</sup> (1994) 利用同样材料筛选出 2 个与 *Pm 4a* 共分离的 RFLP 标记探针 *X cdo678*、*X bcd1231*。刘金元等<sup>[3]</sup> (1999) 将 Ma 等的 RFLP 标记探针 *X bcd1231* 转化为 STS 标记, 同时检测 *Pm 4a* 和 *Pm 4b* 特异带相同。Hartl 等<sup>[8]</sup> (1998) 利用 AFLP 结合引物 S21/M 23 可同时检测 *Pm 4a* 和 *Pm 4b*, 二者的特异带也相同。本研究用 STS-PCR 产物 RFLP 带型分析的方法, 发现 *Pm 4a* 和 *Pm 4b* 之间的带型有差异, 可区分 *Pm 4a*、*Pm 4b*, 但由于测定的材料较少, 尚需更多的实验结果来印证。

3.4 对 YW 243 抗性基因推导采用了二种方法, 一是将 YW 243 与已知基因系一起接种不同毒性的菌系, 根据抗性反应的相似性比较, 推测 YW 243 的基因型。二是 YW 243 与已知基因系测交, 根据 F<sub>2</sub> 代抗性分离比例推测 YW 243 的基因型。这二种方法在实验中得到了一致的结果。比较而言, 前者测定的时间较短, 效率高, 可同时检测一批材料, 但条件要求严格, 需要有一套不同毒性的菌系和一套已知基因系, 适用于对大批量材料的初步鉴定。后者工作量较大, 时间较长, 杂种 F<sub>2</sub> 群体越多, 测定结果越准确, 适用于少量需要准确鉴定的材料。当然上述方法同分子标记结合起来相互印证, 可大大提高鉴定的准确性。

## 参 考 文 献

- 1 向齐君, 盛宝钦, 段霞瑜, 等. 作物学报, 1996, 22(6): 741~ 744
- 2 谢皓, 陈孝, 张增艳, 等. 作物学报, 2000, 26(6): 687~ 691
- 3 刘金元, 陈佩度, 刘大钧, 等. 农业生物技术学报, 1999, 2: 114~ 116
- 4 张新心, 司权民, 段霞瑜, 等. 小麦白粉病菌生理小种动态监测和种群毒性区系研究. 全国主要粮棉作物病虫害鼠害综合治理关键技术研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 238~ 243
- 5 司权民, 张新心, 盛宝钦, 等. 中国农业科学, 1987, 20(5): 64~ 70
- 6 ZQ Ma, M E Sorrells, S D Tanksley. *Genom e*, 1994, 37: 837~ 875
- 7 钟少斌, 张德玉, 姚景侠, 等. 江苏农业学报, 1993, 9(1): 51~ 54
- 8 L. Hartl, S Mori, G Schweizer. 9th Wheat Genet Symp. 1998. 111~ 113

## 敬 告 读 者

兹因《作物学报》2002 年增容扩版, 由每期的 128 页增为 136 页, 并由 2001 年的 16 开本改为 2002 年的大 16 开, 封面纸张也将有所改善, 故定价随之作相应调证, 即从每册的 20 元, 调为每册的 26 元, 敬请海涵。