

408 份小麦品种(系)白粉病抗性的评价

汪华, 杨立军, 向礼波, 危金芬, 曾凡松, 史文琦, 喻大昭

(1. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 湖北武汉 430064; 2. 农作物重大病虫害防控湖北省重点实验室, 湖北武汉 430064)

摘要: 为了解我国黄淮海以及长江流域麦区主推品种及二线材料的抗白粉病性, 2008—2010 年度在武汉病害鉴定圃对来自黄淮海以及长江流域的 408 份品种(系)进行了抗白粉病的鉴定。R 型聚类分析结果表明, 利用表观侵染速率、毒力频率、病程曲线下面积和最后一次病指对白粉病抗性进行评价只需前两个指标即可。根据建立的评价标准, 绵麦 37 两年均对白粉病免疫, 绵麦 39 等 15 份材料两年均表现高抗, 扬麦 13 等 46 份材料两年均表现中抗。

关键词: 小麦品种(系); 白粉病; 抗性

中图分类号: S512.1; S435.121.4

文献标识码: A

文章编号: 1009-1041(2011)03-0544-05

Evaluation of Powdery Mildew Resistance of 408 Wheat Cultivars (lines)

WANG Hua, YANG Li-jun, XIANG Li-bo, WEI Jin-fen,
ZENG Fan-song, SHI Wen-qi, YU Da-zhao

(1. Institute for Plant Protection and Soil Science, Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan, Hubei 430064, China;

2. Hubei Laboratory of Crop Diseases, Insect Pests and Weeds Control, Wuhan, Hubei 430064, China)

Abstract: The powdery mildew disease caused by *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* is one of the most important diseases in wheat. To screen better multi-resistance germplasm and provide useful information for rational utilization of varieties, the resistance to powdery mildew of 408 cultivars and high-generation breeding lines, which came from the Huang-Huai-Hai as well as the Yangtze River basin, were evaluated and identified at Wuhan, Hubei in 2008—2010. Apparent infection rate, virulence frequency, area under disease progress curve and the final disease index were used to screening the best resistance evaluation parameters index. The results showed that Mianmai 37 was immunity to powdery mildew. 15 wheat cultivars (lines), such as Mianmai 39, were high resistant to powdery mildew, and 46 wheat cultivars (lines), such as Yangmai 13, were medium resistant to powdery mildew. Resources for slow-mildew resistance were discussed.

Key words: Wheat cultivars (lines); Powdery mildew disease; Resistance

白粉病是我国小麦产区最重要的病害之一, 对小麦产量影响较大^[1]。种植抗病品种是防治小麦白粉病最经济有效的措施。抗病材料的筛选是抗病育种的基础。近年来, 一些研究者在小麦品种对白粉病的抗性评价方面做了大量工作^[3-6], 但

由于各生态区间的病原菌存在种或小种的多样性, 同一材料在不同生态区的抗病性表现不尽相同。因此, 各地的小麦抗白粉病育种应根据本地区实际情况筛选适宜的抗病材料。为了明确我国黄淮海以及长江流域麦区主推品种和二线材料的

* 收稿日期: 2010-11-27 修回日期: 2010-12-31

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD08A05); 公益性行业科研专项(3-15); 国家小麦产业体系项目(NYCYTX-03)。

作者简介: 汪华(1978—), 男, 农药学硕士, 助理研究员, 主要从事小麦病害和生物源活性物质研究。E-mail: wanghua4@163.com

通讯作者: 喻大昭(1956—), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事小麦主要病害综合防治技术研究。E-mail: Dazhaoyu@china.com

抗白粉病性,本研究在2008—2009年度对国家小麦产业体系病害功能实验室提供的408份小麦品种(系),进行了田间成株期抗白粉病鉴定及室内毒性频率测定。同时于2009—2010年度在同一病害鉴定圃内对2008—2009年度鉴定为对白粉病免疫、高抗、中抗的176份品种(系)进行了田间抗白粉病的重复鉴定。

1 材料与方 法

1.1 小麦材料

2008—2009年选用覆盖黄淮海麦区以及长江上、中、下游麦区曾经或正在推广的小麦品种、后备高代材料为研究对象,共计408份,由国家小麦产业体系病害功能实验室协作单位西北农林科技大学、中国农科院、浙江省农科院和湖北省农科院提供。2009—2010年对上一年度鉴定出的免疫、高抗、中抗材料176份进行重复鉴定。试验的抗、中感、感病对照品种分别为广源11-2、鄂恩1号和郑麦98。

1.2 试验方法

1.2.1 田间设计

试验在湖北省农业科学院小麦病害鉴定圃进行。每份材料条播2行,每行30粒,行长1m,行距0.25m,采用顺序排列的间比法设计各材料田间分布,即每隔10个材料设一组抗、中感、感病品种作对照,用以观察接种效果及评价鉴定结果的可靠性。在鉴定圃中间播2行与鉴定行垂直的高感材料作诱发行,品种为铭贤169和郑麦98。两年的播种日期分别为2008年10月28日和2009年11月3日,大田常规栽培管理^[7]。

1.2.2 白粉病鉴定方法

先在室内用高感小麦白粉病品种郑麦98、铭贤169和Chancellor分别扩大繁殖具有不同致病性的一套鉴别菌株(由湖北省农科院麦病室提供的30个菌株);在小麦越冬及返青拔节期,于傍晚时均匀抖接上述菌株的混合分生孢子至诱发行品种上。记载各品种始病期,并从春季小麦白粉病始流行期开始,以发病株为中心,按0~9级分级标准^[8]挂牌调查邻近20个植株的病叶率和叶片严重度,每隔7d调查1次,共调查6次,计算病情指数(DI)。

1.2.3 病程曲线下面积的计算

参考Jeger M J的方法^[9],分别计算各品种上白粉病的病程曲线下面积(AUDPC)。计算公

式为: $AUDPC = \sum 1/2(DI_{i+1} + DI_i)(t_{i+1} - t_i)$,其中 DI_{i+1} 和 DI_i 为 t_{i+1} 和 t_i 时刻的病情指数, i 和 t 为调查的次数和调查的时间。

1.2.4 表观侵染速率的计算

参考Vanderplank J E的方法^[10],分别计算各品种上白粉病的表观侵染速率(Apparent infection rate, r)。计算公式为: $r = 1/(t_2 - t_1) [\ln x_2/(1 - x_2) - \ln x_1/(1 - x_1)]$,其中 x_1 和 x_2 为 t_1 和 t_2 时刻的病情指数。

1.2.5 毒力频率试验方法

选取湖北省农科院麦病室提供的30个菌株对408份小麦品种(系)进行室内毒力频率测定,具体参见Dazhao Yu等的实验方法^[11];毒力频率=与寄主表现亲和的菌株数/总菌株数 $\times 100\%$ 。

1.2.6 聚类分析

运用SPSS13.0软件,采用系统聚类分析方法中的观察指标聚类法(R型)对研究对象(品种)的各观察指标(最后一次病指)、病程曲线下面积、表观侵染速率及室内毒性频率进行聚类分析,在聚类方法上采用类间平均连锁法,在选择距离测量技术上采用相关系数距离^[12]。

2 结果与分析

2.1 小麦品种(系)抗白粉病的评价标准

R型系统聚类分析表明,在评价品种对白粉病的抗性时,在最后一次病指(DI)、AUDPC、表观侵染速率(r)及毒力频率(VF)4个指标,只需考察 r 和VF即可,其效果与4个指标都考察是基本等价的(图1)。因此获得小麦品种(系)抗白粉病评价标准如表1。

2.3 2008—2009年度小麦品种(系)对白粉病的抗性表现

抗、中感和感病对照的平均表观侵染速率分别为:0.0483、0.0841和0.1060。根据上述评价标准,共鉴定出20份免疫、50份高抗和106份中抗材料(表2)。为全面评价品种对小麦白粉病的抗性,以表观侵染速率为主,结合毒力频率值,将高抗品种进一步划为以下4类:(1) $r < 0.0483$ 、毒力频率 $\leq 25\%$ 的材料,包括绵麦185、绵麦1403等11份;(2) $r < 0.0483$ 、 $25\% < \text{毒力频率} \leq 75\%$ 的材料,包括M139、扬麦17等10份;(3) $r < 0.0483$ 、 $75\% < \text{毒力频率}$ 的材料,包括中麦9号、扬07-15等23份;(4) $r < 0.0483$ 、毒力频率数据不全的材料,包括扬06G5、1898等6份。

Dendrogram using average linkage (Between groups)

Rescaled distance cluster combine

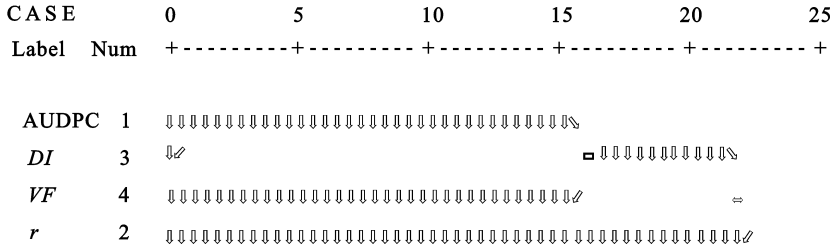


图1 4个抗感指标的R型聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis of 4 observing indexes

表1 小麦品种(系)抗白粉病评价标准

Table 1 Standard of resistance evaluations of cultivars(lines) to powder mildew

相关系数 R	抗病性类型 Type of resistance				
	免疫 I	高抗 HR	中抗 MR	中感 MS	高感 HS
	R=0	R<R _抗	R _抗 <R<R _{中感}	R _{中感} <R<R _感	R>R _感

I:immunity;HR:high resistance;MR:middle resistance.

表2 2008—2009年度小麦品种(系)对白粉病的抗性鉴定

Table 2 Resistance of wheat cultivars (lines) to powdery mildew in 2008 and 2009

抗病类型 Type of resistance	份数 Numbers of material	小麦品种(系)名称 Name of the cultivars(lines)
免疫 I	20	楚 0608、07901、镇麦 5 号、观 0114、丰抗 38、鄂 50311、襄麦 25、B0866、70917、91、绵麦 37、绵麦 45、西科麦 4 号、XK0106-1-0806、兰天 17 号、石 H06-032、矮抗 58(西)、兰考矮早 8、陕农 138、扬 06G138
高抗 HR	50	第 1 类: r<0.04835, 毒力频率≤25%, 包括绵麦 185、绵麦 1403、绵麦 39、兰天 00-30、扬 06-164、济麦 22、矮抗 58(浙)、新麦 9817、百农 160、80231、宁麦 13 第 2 类: r<0.04835, 25%<毒力频率≤75%, 包括 M139、扬麦 17、1899、荆辐麦 2 号、69、济麦 21、衡观 115、37、宁春 43 号、Q123 第 3 类: r<0.04835, 75%<毒力频率, 包括中麦 9 号、扬 07-15、濮麦 10 号、石家庄 8 号、465、石 H06-402、陕 159、兰天 99-316、455、洛早 7、鲁麦 21 号、西农 2595、温麦 8 号、113、烟 5286、563、项麦 99、宁冬 11 号、淮麦 18、417、663、烟 2415、衡 7228 第 4 类: r<0.04835, 毒力频率数据不全, 包括扬 06G5、1898、259、金丰 3 号、稳千-1、扬 07-141、
中抗 MR	106	第 1 类: 0.04835<r<0.084116, 毒力频率≤25%, 包括新麦 208、新 9817、扬 06G86、兰考矮早 8-1、P0379、宁麦 14、扬 07-44、良星 99 第 2 类: 0.04835<r<0.084116, 25%<毒力频率≤75%, 包括扬麦 13、襄麦 55、B11、观 0007、观 0089、81124、627、衡观 4399、观 0014、105、周麦 17、117、济麦 19、111、扬麦 158 第 3 类: 0.04835<r<0.084116, 75%<毒力频率, 包括烟农 24、淮麦 17、郑麦 004、扬 07-(NX)-71、平安 3 号、西科麦 2 号、科农 9204、洛早 6、陕农 78、扬 07-129、泰山 23、223、新麦 20、西农 88、周麦 18、扬 06-144、烟农 19、山东 664、豫麦 48、汶农 6 号、烟农 21、宁冬 10 号、豫麦 49-168、豫麦 49-198、新麦 22、衡观 111、05501、郑 366、70497、501、太空 6 号、新 1817、温麦 6 号、B09、监 Y7287、83820、烟农 21、陕农 757、小偃 6 号、西农 2000、烟 5158、宁春 47 号、泰山 21、平安 6 号、山农 15、长武 134、观 0169、襄麦 39、长早 58、科农 199、675、周麦 16、257、烟农 23、80388、山农 8355、15、557、71556、80408、监早 51329、343、荷麦 13、70471、宁麦 8 号、平安 6 号、中农 2 号、659、553、03 中 16、监 Y867、71308 第 4 类: r<0.04835, 毒力频率数据不全, 包括优麦 8004、643、321、177、95(6)161、1897、济麦 17、275、04 中 36、399、小偃 107

表 3 2009—2010 年度对白粉病中抗至免疫的小麦品种(系)

Table 3 Resistance of wheat cultivars (lines) to powdery mildew in 2009—2010

抗病类型 Type of resistance	份数 Numbers of material	小麦品种(系)名称 Name of the cultivars(lines)
免疫 I	1	绵麦 37
高抗 HR	27	绵麦 45、鄂 50311、襄麦 39、绵麦 39、镇麦 5 号、80231、良星 99、观 0169、70917、山农 8355、兰天 99-316、兰天 00-30、郑麦 004、1898、兰考矮早 8、济麦 21、111、113、石家庄 8 号、周麦 18、兰考矮早 8-1、观 0007、扬 06G86、71556、衡观 115、观 0114、465
中抗 MR	34	扬麦 13、周麦 17、优麦 8004、绵麦 1403、周麦 18、西科麦 2 号、223、洛早 7、80388、455、扬 07-44、XK0106-1-0806、15、07901、04 中 36、69、259、衡观 4399、501、37、周麦 16、温麦 6 号、山东 664、557、襄麦 25、70471、金丰 3 号、B0866、宁麦 14、楚 0710、兰天 17 号、烟农 21、楚 0608、丰抗 38

I:immunity;HR:high resistance;MR:middle resistance.

表 4 2008—2010 两个年度均对白粉病中抗至免疫的小麦品种(系)

Table 4 Combine resistance of wheat cultivars (lines) to powdery mildew in two years

抗病类型 Type of resistance	份数 Numbers of material	小麦品种(系)名称 Name of the cultivars(lines)
免疫 I	1	绵麦 37
高抗 HR	15	绵麦 39、绵麦 45、鄂 50311、镇麦 5 号、80231、70917、兰天 99-316、兰天 00-30、1898、兰考矮早 8、济麦 21、113、石家庄 8 号、衡观 115、观 0114
中抗 MR	46	扬麦 13、周麦 17、优麦 8004、绵麦 1403、周麦 18、西科麦 2 号、223、洛早 7、80388、455、扬 07-44、XK0106-1-0806、15、07901、04 中 36、69、259、衡观 4399、501、37、周麦 16、温麦 6 号、山东 664、557、襄麦 25、70471、金丰 3 号、B0866、宁麦 14、楚 0710、兰天 17 号、烟农 21、楚 0608、丰抗 38、襄麦 39、良星 99、观 0169、山农 8355、周麦 18、兰考矮早 8-1、观 0007、扬 06G86、71556、465、111、郑麦 004

I:immunity;HR:high resistance;MR:middle resistance.

将中抗品种进一步划分为以下 4 类:(1) $0.0483 < r < 0.0841$ 、毒力频率 $\leq 25\%$ 的材料,包括新麦 208、新 9817 等 8 份;(2) $0.0483 < r < 0.0841$ 、 $25\% < \text{毒力频率} \leq 75\%$ 的材料,包括扬麦 13、襄麦 55 等 15 份;(3) $0.0483 < r < 0.0841$ 、 $75\% < \text{毒力频率}$ 的材料,包括烟农 24、淮麦 17 等 72 份;(4) $r < 0.04835$ 、毒力频率数据不全的材料,包括优麦 8004、643 等 11 份。

2.4 2009—2010 年度小麦品种(系)对白粉病的抗性表现

2009—2010 年度抗、中感和感病对照的平均表现侵染速率分别为 0.0522、0.0701 和 0.1098。根据上述评价标准,在 2010 年的 176 份材料中,共鉴定出 1 份免疫、27 份高抗和 34 份中抗材料(表 3)。

2.5 2008—2010 两个年度对白粉病的抗病性表现一致的品种

综合两年的鉴定结果,两年抗性表现一致的材料分别为 1 份免疫、15 份高抗、46 份中抗。具体材料列于表 4。

3 讨论

本研究采用人工接种方式在同一病害鉴定圃内,对来自黄淮海以及长江流域的 408 份品种(系)进行了为期两年的田间抗白粉病鉴定,其中绵麦 37 两年均对白粉病免疫,绵麦 39、绵麦 45 等 15 份两年均表现高抗,扬麦 13、周麦 17 等 46 份两年均表现中抗。鉴定中发现,绵麦系列及湖北省育成的后备材料中抗白粉病材料相对较多,而甘肃、陕西等其他育种单位的材料中抗白粉病品种相对较少。出现上述现象的原因可能有两点:一是各省在品种选育和审定过程中对抗白粉性的要求不同;二是与不同生态区的白粉病菌毒性结构有关。小麦白粉病不像条锈病那样存在明显的越夏、越冬大区域流行的特点,而其流行与各省小生态区域气候环境密切相关^[13-15],西南麦区白粉病菌菌株的毒性强于其他麦区的白粉病菌的毒性^[16],因而从这些地区选育出的品种(绵麦系列)相对更抗白粉病。

品种的抗性丧失一直是困扰育种界的一个难

题。选育由微效基因控制的、具有非小种专化性的慢病性(或部分抗性、或成株性抗性)品种,对于防治如白粉病和条锈病等存在明显小种专化性的多循环气传病害似乎是一个理想选择^[17-20]。对于小麦慢白粉抗病性评价参数主要有 AUDPC 值、表观侵染率、严重度、菌落数量和菌落大小。喻大昭等 2001 年还探讨了小麦慢白粉病性与 *D* 值和毒性频率之间的关系。人们往往习惯把关键参数看成是病害的严重度或最终病情指数,认为这些参数是病害发展的总体结果,可用来衡量病菌在不同品种上的侵染效能和繁殖能力的大小^[21-24]。对 408 份品种(系)的 4 个主要观察指标进行 R 型聚类分析,结果表明,在评价品种(系)的抗白粉性时,考察表现侵染速率和毒力频率的效果与 4 个指标都考察的效果基本等价。而在选择慢病性品种(系)时,以表现侵染率为主,结合毒力频率的考察方式似乎是一种更便捷、更有效的方法。因此在实验条件一致的情况下,相对侵染速率较小、毒性频率较高的一类品种往往是真正具有慢病性的品种。这为育种家选育慢白粉性小麦品种提供了另外一种可能。

参考文献:

- [1]敖立万主编. 湖北小麦(第一版)[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,2002.
- [2]农业部. 十六大优势农产品区域布局规划(大田作物版)[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [3]曹世勤,骆惠生,伍翠平,等. 193 份甘肃省小麦地方品种资源对白粉病的抗性评价[J]. 甘肃农业科技,2010(5):8-10.
- [4]朱海荣,吴鹏,赵宁,等. 部分小麦种质资源材料对白粉病和锈病的抗性鉴定及分析[J]. 麦类作物学报,2009,29(5):925-929.
- [5]李强,王保通,吴兴元,等. 陕西省小麦抗白粉病基因及新育成小麦品种(系)抗白粉病分析[J]. 植物保护学报,2008,35(5):438-442.
- [6]赵玖华,尚佑芬,王升吉,等. 152 个黄淮地区小麦主要品种(系)的多抗性鉴定[J]. 麦类作物学报,2007,27(6):1123-1127.
- [7]农业部. 小麦抗病虫性评价技术规范(NY/T1443. 1-2007). 北京:中国农业出版社,2007.
- [8]农业部. 农作物主要病虫害测报办法[M]. 北京:中国农业出版社,1980.
- [9]Jeger M J, Viljanen-Rollinson S L H. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2001, 102:32-40.
- [10]Vanderplank J E. Plant Disease: Epidemics and control[M]. New York: Academic Press, 1963.
- [11]Yu Dazhao. Wheat powdery mildew in Central China: pathogen population structure and host resistance[D]. Wageningen University Press, 2000.
- [12]方开泰. 实用多元统计分析[M]. 上海:华东师范大学出版社,1989.
- [13]霍治国,陈林,刘万才,等. 中国小麦白粉病发生地域分布的气候分区[J]. 生态学报,2002,22(11):1873-1881.
- [14]段双科,车俊义,陈企村,等. 陕西关中地区小麦白粉菌越冬问题的再探讨[J]. 西安联合大学学报,2002,17(4):20-23.
- [15]刘孝坤,周益林,梁国良. 南阳小麦白粉病菌无性世代越冬调查结果[J]. 植物保护,1990,16(1):33.
- [16]段霞瑜,盛宝钦,周益林,等. 小麦白粉病菌生理小种的鉴定与病菌毒性的监测[J]. 植物保护学报,1998,25(1):31-36.
- [17]王竹林,刘曙东,王辉,等. 小麦慢病性的遗传育种研究进展[J]. 麦类作物学报,2006,26(1):129-134.
- [18]陈企村,段双科,李振歧. 小麦慢白粉抗病性的组分和影响因素研究进展[J]. 麦类作物学报,2004,24(1):86-89.
- [19]王锡锋,何文兰,何家泌,等. 小麦品种的慢白粉性田间鉴定[J]. 植物保护学报,1991,18(3):230.
- [20]张志德,李振歧,刘卿. 四个小麦品种的慢白粉抗病性研究[J]. 植物病理学报,1994,24(3):197-201.
- [21]王锡锋,张忠山,王全成. 应用毒力频率方法测定小麦品种抗白粉病性[J]. 作物品种资源,1993(2):27-29.
- [22]Shaner G. Evaluation of slow-mildewing resistance of Konox wheat in the field [J]. Phytopathology, 1973, 63:867-872.
- [23]Singh R P, Ma H, Rajaram S. Genetic analysis of resistance to scab in spring wheat cultivar Frontana[J]. Plant Diseases, 1995, 79:238-240.
- [24]Bjarko M E, and Line R F. Heritability and number of genes controlling leaf rust resistance in four cultivars of wheat[J]. Phytopathology, 1988, 78:457-461.