

中国稻种资源初级核心种质对稻瘟病的抗性聚类分析

夏小东[†], 袁筱萍[†], 余汉勇, 王一平, 徐 群, 魏兴华

(中国水稻研究所, 浙江 杭州 310006)

摘要:对 203 份中国稻种资源初级核心种质对稻瘟病的抗性进行了评价. 在这 203 份中国稻种资源初级核心种质中, 抗叶瘟和穗瘟的品种分别占 41.38% 和 78.82%. 对供试的 16 个稻瘟病菌系抗谱在 70% 以上的品种有 28 个 (13.79%), 66.50% 的品种抗谱在 20% ~ 70% 之间. 相关分析结果表明, 供试品种苗期抗谱与成株期叶瘟抗级相关性极显著 ($r = -0.3624, P < 0.0001$), 而与穗颈瘟抗级的相关不显著. 同时, 供试品种叶瘟与穗颈瘟的抗级间的相关性也不显著. 根据聚类分析结果, 中国稻种资源初级核心种质的粳稻对稻瘟病的抗性分成 7 类, 其中, 第 3 类包括须谷糯等 15 个品种, 抗 C、D、E、F 群生理小种, 抗谱 68.8% ~ 87.5%, 抗叶瘟和穗颈瘟. 而籼稻品种可分为 6 类, 其中, 第 5 类包括桂朝 2 号等 26 个品种, 高抗 E、F、G 各群菌株, 抗谱为 50.0% ~ 87.5%, 抗穗颈瘟. 以上材料可作为水稻抗稻瘟病育种优先利用的种质资源.

关键词:核心种质; 稻瘟病; 白叶枯病; 抗性评价

中图分类号: S435.111.41

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2011)02-0039-05

Resistance to Rice Blast by Clustering Analysis of Primary Core Collection of Chinese Rice Germplasm

XIA Xiao-dong[†], YUAN Xiao-ping[†], YU Han-yong, WANG Yi-ping, XU Qun, WEI Xing-hua
(China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China)

Abstract: Resistance to rice blast of the primary core collection of Chinese rice germplasm (including 203 accessions) was evaluated. Among the 203 rice accessions, 41.38% and 78.82% were resistant to leaf blast and panicle blast, respectively. Twenty-eight varieties (13.79%) showed resistance to at least 70% races of *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr, with 66.50% of the tested varieties resistant to 20% ~ 70% races of the pathogen. According to the correlation analysis, resistance spectrum of the varieties in seedling stage was significantly correlated with leaf blast resistance at the 0.01 probability level ($r = -0.3624, P < 0.0001$) but not with panicle blast resistance. Leaf blast resistance was also not significantly correlated with panicle blast resistance. According to the results of clustering analysis, *japonica* rice varieties from the primary core collection could be classified into seven groups. Fifteen varieties including Xugunuo, fall-en assigned 7 groups. The group 3 were resistant to the races of C, D, E and F with resistance spectrums from 68.8% to 87.5%. For *indica* rice, twenty-six varieties belonging to group five (six groups in total) were resistant to races of E, F and G with resistance spectrums from 50.0% to 87.5%.

Key words: core collection; rice blast; bacterial leaf blight; resistance evaluation

由稻瘟病菌 *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr. 引起的稻瘟病是世界水稻产区的主要病害, 因其发生范围广、流行速度快、危害大, 给世界水稻生产造成了巨大的损失, 同时也严重影响着稻谷的品质^[1]. 长期的生产实践表明, 选育和种植抗病品种是控制稻瘟病流行危害最经济、最有效的措施. 多年来, 在水

收稿日期: 2010-04-20

作者简介: 夏小东 (1979—), 男, 助理研究员, 硕士研究生; 袁筱萍 (1964—), 女, 副研究员; [†] 对本文贡献相同; 通信作者:

魏兴华 (1968—), 男, 研究员, 博士, E-mail: xwei@mail.hz.zj.cn

基金项目: 中央级公益性科研院所专项资金项目 (2006RG001); 浙江省农业重大科技项目 (2007C12073)

稻育种家及病理学家的共同努力下, 育成了不少抗病品种, 在水稻生产中发挥了很大的作用. 但由于稻瘟病菌生理小种繁多且变异快, 抗性品种连续种植 3~5 年后, 随着稻瘟病菌生理小种的变异, 水稻品种抗性丧失, 引起稻瘟病的流行暴发^[2]. 因此, 继续选育高产、优质、抗病性强、适应性广的突破性新品种(组合)是今后水稻育种攻关的主要目标. 而要达到此目标, 关键在于优良种质资源的深入发掘、研究和利用^[3-4].

中国稻种资源的初级核心种质, 是基于 6 万份中国稻种资源(包括地方种、选育种、杂交稻保持系和恢复系)的分层取样结果, 结合农艺性状、等位酶和 SSR 标记数而构建的, 能最大程度代表整个中国稻种资源遗传多样性的一个子集^[5].

袁筱萍等^[6]对部分中国栽培稻资源的抗瘟性进行了聚类分析, 并将这些稻种资源分为 9 个类群, 发现其中的第 6 类群抗谱最广, 高抗 A、B、E、G 等生理小种和抗穗颈瘟. 本研究分析了 203 份中国稻种资源的初级核心种质对稻瘟病的抗性, 并应用聚类分析方法, 根据供试品种对 16 个稻瘟病菌生理小种的抗、感反应以及成株期叶瘟和穗颈瘟鉴定结果, 对其抗瘟性进行分类, 为正确评价品种的抗病性及合理利用抗性品种提供依据.

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试品种 选用 203 份中国稻种初级核心种质资源作为供试品种(由国家水稻种质资源中期库提供, 表 1). 参试品种经浸种、催芽, 选取发芽良好的种子单粒条播于盛有肥沃土壤的育苗盆内, 苗间距为 5 cm 左右, 每品种播 10 株.

1.1.2 供试菌株 供试稻瘟病菌生理小种包括 ZA₁、ZA₃₁、ZA₄₅、ZA₄₉、ZA₆₃、ZB₁、ZB₁₅、ZB₃₁、ZC₁₅、ZD₁、ZD₃、ZD₇、ZE₁、ZE₃、ZF₁ 和 ZG₁, 由中国水稻研究所种质评价课题组提供. 将菌株用酵母培养基纯化培养 7 d(恒温 26 ℃), 用打孔器切取直径为 2 mm 的菌丝块, 将若干菌丝块移至产孢培养基(培养基配方: 米糠 20 g, 酵母 2.5 g, 琼脂 20 g, 蒸馏水 1 000 mL)上, 26 ℃ 恒温下培养 8~10 d, 光照时间 12 h (07:00—19:00). 在光学显微镜下观察稻瘟病菌产孢情况, 用血球计数板将孢子悬浮液浓度调节至约 2×10^5 mL⁻¹, 作为苗期喷雾的接种体.

1.2 方法

1.2.1 抗性测定 对稻瘟病的抗性测定于 2006 年在中国水稻研究所富阳试验基地进行.

1.2.2 供试品种苗期稻瘟病抗谱鉴定 水稻幼苗 3~4 叶期时, 供试的 16 个生理小种的接种体分别加

入到 0.5%~0.8% 的 Tween20 溶液中, 分别对 203 份中国稻种初级核心种质资源进行喷雾接种(以农虎 6 号为感病对照), 每 100 株苗约喷 30 mL 孢子悬液; 于 26~28 ℃ 下黑暗保湿(RH=95%) 24 h, 然后将育苗盘移至 25~30 ℃、RH>95% 的高湿环境下培育. 接种后 7~10 d, 按农业部行业标准《水稻稻瘟病抗性鉴定技术规程》0~9 级制调查记载病情, 统计抗谱(记录最高病级, 0~3 级为抗)^[7].

1.2.3 成株期叶瘟鉴定 分蘖盛期, 选用当地混合优势菌株(包括 ZA₁、ZA₄₉、ZA₆₃、ZB₁、ZB₁₅、ZC₁₅、ZD₁、ZD₃、ZE₁、ZE₃)采用注射法对 203 份中国稻种初级核心种质资源进行接种(以农虎 6 号为感病对照). 接种 7 d 后按农业部行业标准《水稻稻瘟病抗性鉴定技术规程》0~9 级制调查记载病情(记录最高病级, 0~3 级为抗)^[7].

1.2.4 成株期穗瘟鉴定 稻穗完全抽出后, 选用当地混合优势菌株(同分蘖盛期)对 203 份中国稻种初级核心种质资源采用穗颈涂抹法进行接种(以农虎 6 号为感病对照), 蜡熟期按农业部行业标准《水稻稻瘟病抗性鉴定技术规程》0~9 级制调查记载病情(记录最高病级, 0~3 级为抗)^[7].

1.2.5 数据分析 相关分析、差异显著性分析以及聚类分析均采用 SAS 8.1 进行. 根据供试品种对 16 个稻瘟病菌生理小种的抗、感反应以及成株期叶瘟和穗颈瘟鉴定结果, 采用欧氏距离(Euclidean distance)计算品种间距离, 以 Ward's 法(离差平方和法)进行系统聚类.

2 结果与分析

2.1 对稻瘟病菌 16 个小种的抗谱

在中国水稻研究所富阳试验基地, 测定统计了 203 份中国稻种初级核心品种(系)对稻瘟病菌 16 个生理小种的抗性. 结果表明, 各品种(系)对不同稻瘟病菌生理小种的抗性不同, 对生理小种 ZA₁、ZA₃₁、ZA₄₅、ZA₄₉、ZA₆₃、ZB₁、ZB₁₅、ZB₃₁、ZC₁₅、ZD₁、ZD₃、ZD₇、ZE₁、ZE₃、ZF₁、ZG₁ 抗(抗性级别为 0~3 级)的水稻品种(系)分别有 31、78、86、51、63、68、73、113、77、114、78、98、129、60、176 和 67 个. 在测定的 203 个品种(系)中, 没有对所测菌株抗性谱超过 90% 的品种, 抗谱在 70% 以上的广谱抗性品种有 28 个, 占 13.79%, 其中, 当育 5 号、麻谷糯、香糯、金优 1 号、寸谷糯、闽北晚粳、辽梗 287 等 7 个品种的抗谱高达 87.5%. 抗谱在 50%~70% 之间的品种有 57 个, 占 28.08%. 抗谱在 30%~50% 之间的品种有 52 个, 占 25.62%, 抗谱在 10%~30% 之间的品种有 53 个, 占 26.11%. 13 个(6.40%)品种抗谱低于 10%, 反映出全国的水稻品种对稻瘟病菌生理小种抗谱偏低现状.

表1 供试品种及编号

Tab.1 The tested varieties and No.

编号	品种	编号	品种	编号	品种	编号	品种
1	铁秆乌	52	须谷糯	103	八百粒	154	特青选恢
2	二九南1号	53	木瓜糯	104	飞蛾糯	155	湘恢91269
3	南京11号	54	红旗5号	105	紫芒飞蛾	156	JWR221
4	矮脚南特	55	旱麻稻	106	洞庭晚粳	157	横县良春
5	广陆矮4号	56	细白粘	107	柳沙1号	158	白壳旱禾
6	南特号	57	南天纲酒	108	郴晚3号	159	香稻
7	桂朝2号	58	中农4号	109	桂花黄	160	山酒谷
8	台东陆稻	59	59-红谷	110	苏梗2号	161	老造谷
9	台中籼选2	60	三颗寸	111	成都矮3号	162	冷水糯
10	解放粳	61	三旁斗七十箩	112	矮麻抗	163	毫香
11	红米三担	62	齐头白谷	113	蜀丰101	164	毫虑光粘
12	湘早粳7号	63	本邦谷	114	立新梗	165	金南特B
13	黄丝桂占	64	紫米	115	黑梗2号	166	竹珍B
14	金优1号	65	小红谷	116	二钢矮	167	朝阳一号B
15	成农水晶米	66	五子堆	117	广陆矮15-1	168	L301B
16	光亮香糯	67	公居73	118	红晚1号	169	安农晚梗B
17	包协123B	68	齐头谷	119	湘矮早10	170	金南特43B
18	秣五升	69	紫糯	120	湘晚粳1号	171	早熟农虎6号B
19	抚宁紫皮	70	魔王谷内	121	扬稻2号	172	青四矮16B
20	隆化毛葫	71	毫莱	122	泸科3号	173	珍汕97B
21	高阳淀稻	72	金枝糯	123	矮沱谷151	174	献改B
22	丹东陆稻	73	鸡血糯	124	中花8号	175	江农早1号
23	老光头83	74	饭毫皮	125	晋稻1号	176	京虎B
24	白毛稻	75	乌咀红谷	126	辽梗287	177	黎明B
25	木樨球	76	背子糯	127	早熟香黑	178	滇瑞409B
26	老虎种	77	泽谷	128	墨米	179	包协-7B
27	有芒早梗	78	麻谷糯	129	梗87-304	180	G珍汕97B
28	寸三粒	79	香糯	130	湘晚粳3号	181	88B
29	秋前白	80	粘壳糯	131	镇粳232	182	包二辐
30	肥东塘稻	81	马尾粘	132	早粳240	183	中楼一号1
31	金溪白	82	红壳折糯	133	当育5号	184	兴国
32	台山糯	83	寸谷糯	134	郑稻5号	185	雷火占
33	矮禾迟	84	油粘	135	四倍体朝63	186	台中65号/台中HR539
34	金包银	85	贯推白禾	136	红矮糯	187	台中在来1号
35	闽北晚粳	86	阳壳糯	137	万利粳	188	麻麻谷
36	陆财号	87	麻谷子	138	矮仔占	189	梅花糯
37	一支香	88	老红稻	139	小白米	190	矮密
38	鼠牙占	89	加巴拉	140	盐水赤	191	水原300粒
39	丝苗	90	黑芒稻	141	西什15	192	叶里藏花
40	饿死牛	91	葡萄黄	142	红梗旱谷	193	卫国
41	齐眉	92	闷加高	143	拉木加	194	黄壳早廿日
42	南雄早油	93	闷加丁	144	鱼眼糯	195	百歌稻
43	白壳花螺	94	包选21号	145	80B	196	六十早
44	黑督4	95	文香糯	146	古154	197	三百粒
45	赤壳糯	96	毫补卡	147	圭630	198	乌壳占
46	三粒寸	97	大弯糯	148	IR661-1	199	毫马克(K)
47	七月粳	98	香谷	149	培C122	200	清可
48	洞庭晚粳	99	毫巴永	150	梗7623	201	毫荒腊
49	柳叶粘	100	冷水谷	151	宁恢21	202	细麻线
50	宣恩长坛	101	黄皮糯	152	76-1	203	秀水115
51	霸王鞭	102	半节芒	153	湖恢628	CK1	农虎6号

在本试验中,籼稻抗谱变幅为 6.3% ~ 87.5%,粳稻抗谱变幅均为 0 ~ 87.5%,平均值粳稻 $[(43.6 \pm 21.7)\%]$ 高于籼稻 $[(41.4 \pm 24.1)\%]$,但两亚种间差异不显著($F=0.44, P=0.5058$).

2.2 对叶瘟和穗瘟的抗性

在测定的 203 个品种(系)中,叶瘟病级为 0 ~ 9 级的品种分别有 0、35、19、12、18、19、32、58、7 和 3 个,对叶瘟的抗性在 0 ~ 3 级的品种占 32.51%,感叶瘟的品种占 67.49%;对穗瘟抗性为 0、1、3、5、7、9 级的品种分别有 98、33、33、35、2、2 个,对穗瘟抗的品种占 80.79%,感穗瘟的品种占 19.21%.可见,水稻品种对穗瘟的抗性明显强于叶瘟.

相关分析表明,苗期抗谱与成株期叶瘟抗性相关极显著($r=-0.3624, P<0.0001$),而叶瘟与穗颈瘟以及穗颈瘟与苗期抗谱间的相关性没有达到显著水平.

2.3 中国稻种资源初级核心种质抗瘟性聚类分析

2.3.1 粳稻品种对稻瘟病的抗性分析 88 份粳稻品种(湖恢 628 除外)抗瘟性系统聚类结果如图 1. 根

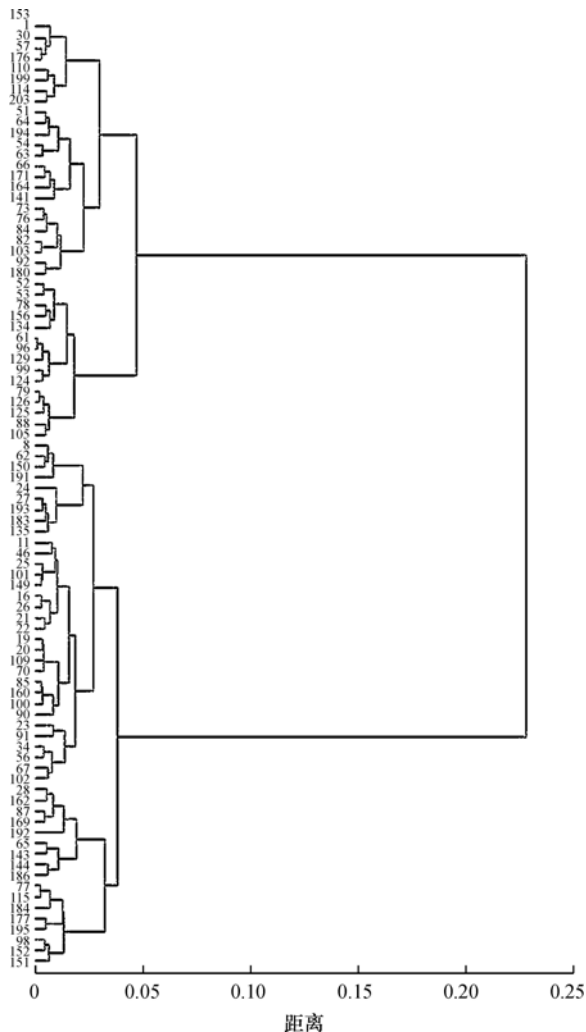


图 1 供试粳稻品种对稻瘟病抗性的聚类分析

Fig. 1 Clustering analysis of rice blast resistance for japonica rice of the tested varieties

据各材料对稻瘟病抗性反应的表型相似程度的差异,以组间的距离 0.022 3 为阈值,可将供试材料分成 7 类.第 1 类包括铁秆乌等 8 个品种,抗 D、F 群生理小种,抗谱在 50% ~ 75%,高抗穗瘟;第 2 类包括霸王鞭等 16 个品种,抗 F 群生理小种,抗谱在 37.5% ~ 56.3%,高抗穗瘟;第 3 类包括须谷糯等 15 个品种,抗 C、D、E、F 群生理小种,抗谱 68.8% ~ 87.5%,抗叶瘟和穗瘟.第 4 类包括台东陆稻等 9 个品种,抗 F 群生理小种,感叶瘟和穗瘟,抗谱为 12.0% ~ 50.5%;第 5 类包括红米三担等 23 个品种,抗 F 群生理小种,抗穗瘟,抗谱为 12.0% ~ 43.8%.第 6 类包括寸三粒等 9 个品种,高感供测的各类菌株,抗谱为 0 ~ 31.3%;第 7 类包括泽谷等 8 个品种,较抗 D、F 群生理小种,抗谱为 18.8% ~ 56.3%.

2.3.2 籼稻品种对稻瘟病的抗性分析 113 份籼稻品种(小白米除外)抗瘟性系统聚类结果如图 2. 根

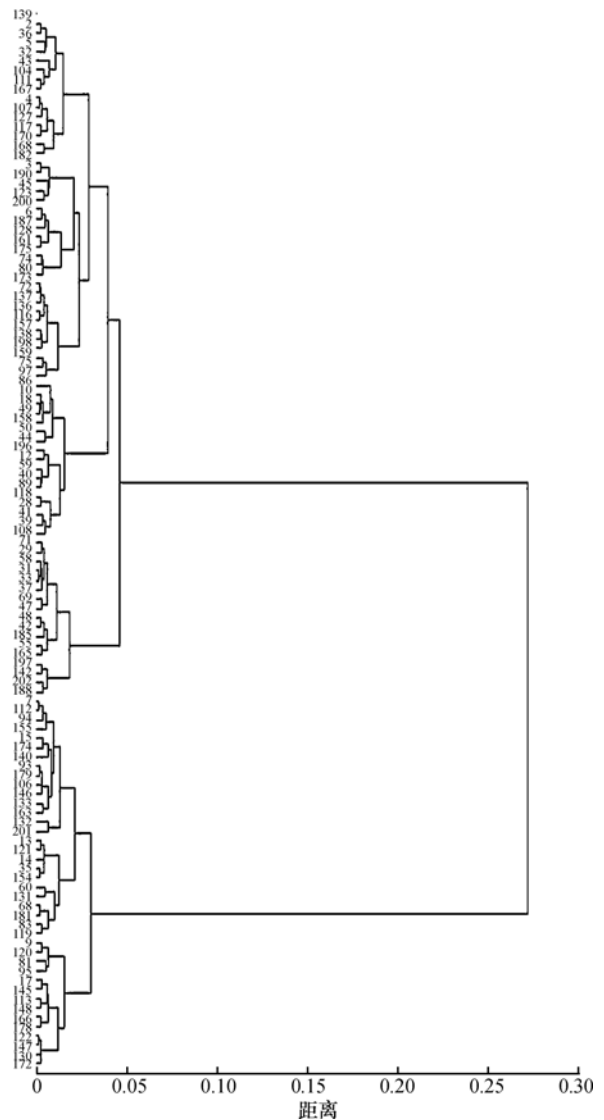


图 2 供试籼稻品种对稻瘟病抗性的聚类分析

Fig. 2 Clustering analysis of rice blast resistance for indica rice from the tested varieties

据各材料对稻瘟病抗性反应的表型相似程度的差异,以组间的距离 0.023 7 为阈值,可将供试材料分成 6 类.第 1 类包括二九南 1 号等 15 个品种,抗 F 群生理小种,抗谱为 18.8% ~ 43.8%,较感穗瘟;第 2 类包括南京 11 号等 24 个品种,抗谱为 6.3% ~ 50.0%,较抗穗瘟;第 3 类包括解放粳等 17 个品种,抗 F 群生理小种,中抗 C 群生理小种,18.8% ~ 62.5%,较抗穗瘟.第 4 类包括秋前白等 17 个品种,感供试各群菌株,抗谱为 6.3% ~ 25.0%;第 5 类包括桂朝 2 号等 26 个品种,高抗 E、F、G 各群菌株,抗谱为 50.0% ~ 87.5%,抗穗瘟;第 6 类包括台中粳选 2 等 14 个品种,抗 D、F、G 各群菌株,抗谱为 56.3% ~ 75.0%.

3 讨论

20 世纪 70 年代中期以来,稻瘟病的流行频率增加^[8].而稻瘟病致病小种的改变是导致水稻抗病品种抗性丧失的重要原因.随着种植结构的调整,各种优质稻种植面积增加,由于优质稻大多数对稻瘟病的抗性较差,所以稻瘟病菌致病小种的改变加剧,致病小种增加^[9].对稻瘟病菌的监测以及对稻瘟病的抗病性鉴定仍然是新时期防治水稻稻瘟病的重要对策.在本研究测定的 203 个品种(系)中,抗谱在 70% 以上的广谱抗性品种有 28 个,占 13.79%,其中,当育 5 号、麻谷糯、香糯、金优 1 号、寸谷糯、闽北晚粳、辽粳 287 等 7 个品种的抗谱高达 87.5%.这些品种可以作为优良的抗源.抗谱在 20% ~ 70% 之间的品种占 66.50%,更有 13 个(6.40%)品种抗谱低于 10%,说明当前国内水稻品种对稻瘟病菌生理小种抗谱偏低.

系统聚类分析方法是水稻品种对稻瘟病抗性分类的有效手段^[10-11],它可根据对稻瘟病不同生理小种抗性表型的相似程度,将供试品种划分为若干类群,类群内具有相似的抗性反应组合,而类群间具有较明显的抗性反应差异.本试验中,根据参测品种苗期对 7 群 16 个稻瘟病菌生理小种以及成株期叶瘟

和穗颈瘟抗性反应的特点,中国稻种资源初级核心种质中粳稻品种对稻瘟病的抗性可划分为 7 个类群.其中,第 3 类包括须谷糯等 15 个品种,抗 C、D、E、F 群生理小种,抗谱 68.8% ~ 87.5%,抗叶瘟和穗瘟.而粳稻品种可分为 6 类,其中,第 5 类包括桂朝 2 号等 26 个品种,高抗 E、F、G 各群菌株,抗谱为 50.0% ~ 87.5%,抗穗瘟.对这些不同类群抗性种质的遗传分析和选择性利用,不仅可望从中挖掘新的抗性基因源,同时对于提高稻瘟病抗性育种的效率,以及合理利用抗性品种具有一定的指导意义.

参考文献:

- [1] 孙国昌,杜新法,陶荣祥,等.水稻稻瘟病防治策略和 21 世纪研究展望[J].植物病理学报,1998,28(4):289-292.
- [2] 李小娟,郭新华,肖友伦,等.长江中下游稻区水稻区试品种稻瘟病的抗性评价[J].杂交水稻,2009,24(6):59-61.
- [3] 应存山,盛锦山,罗利军,等.中国优异稻种资源[M].北京:中国农业出版社,1997:110.
- [4] 鄂志国,张丽靖,焦桂爱,等.稻瘟病抗性基因的鉴定及利用进展[J].中国水稻科学,2008,22(5):533-540.
- [5] 李自超,张洪亮,曹永生,等.中国地方稻种资源初级核心种质取样策略研究[J].作物学报,2003,29(1):20-24.
- [6] 袁筱萍,魏兴华,余汉勇,等.部分中国栽培稻资源对稻瘟病的抗性分析[J].植物保护,2005,31(3):27-31.
- [7] 中华人民共和国农业部.水稻稻瘟病抗性鉴定技术规程[S].北京:中华人民共和国农业部,2003.
- [8] 潘汝谦,康必鉴,黄建民,等.水稻稻瘟病菌致病性分化研究[J].华南农业大学学报,1999,20(3):15-18.
- [9] 施德,陶荣祥,孙漱沅.浙江太湖稻区部分粳稻品种抗瘟性的聚类分析[J].浙江农业学报,1995,7(6):486-488.
- [10] 刘二明,彭绍裘,黄费元.水稻品种对稻瘟病抗性聚类分析[J].中国农业科学,1994,27(3):44-49.
- [11] 吴全安.粮食作物种质资源抗病虫鉴定方法[M].北京:中国农业出版社,1991:3-5.

【责任编辑 周志红】