

国家长江中下游稻区品种区域试验籼稻稻瘟病抗性分析

郝中娜 毛雪琴 柴荣耀 王艳丽 孙国昌*

(浙江省农业科学院 植物保护与微生物研究所 / 浙江省植物有害生物防控重点实验室-省部共建国家重点实验室培育基地, 杭州 310021; *通讯联系人, E-mail: sungc01@sina.com)

Analysis of Resistance to Rice Blast in *indica* Rice Varieties from Rice Regional Trials in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River in China

HAO Zhongna, MAO Xueqin, CHAI Rongyao, WANG Yanli, SUN Guochang*

(State Key Laboratory Breeding Base for Zhejiang Sustainable Pest and Disease Control / Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; *Corresponding author, E-mail: sungc01@sina.com)

Abstract: 【Objective】 Our aim is to compare the resistance to rice blast of *indica* rice varieties identified from rice regional trials in the middle and lower reaches of the Yangtze River in China, and analyze the characteristics of six identification plots. 【Method】 Eight-hundred *indica* rice varieties (including 111 early-season *indica*, 468 mid-season *indica* and 221 late-season *indica*) were tested from rice planting regions in the middle and lower reaches of Yangtze River in China since 2013 to 2017. The resistance to rice blast (leaf blast and panicle blast) of the testing varieties was identified in six experimental plots distributed respectively in Zhejiang, Hunan, Hubei, Anhui, Fujian and Jiangxi Provinces. 【Result】 47.5% of all the 800 rice varieties showed moderately susceptible to rice blast, followed by the moderately resistant, susceptible and highly susceptible varieties to rice blast. While only 0.2% of the varieties were resistant, and no highly resistant variety was found. The resistance composite indexes in early-, mid- and late-season varieties were 4.95, 4.85 and 4.54, respectively, indicating that all types of varieties showed moderately susceptible to rice blast. Among the six experimental plots for resistance identification, the average composite index of all varieties in Zhejiang was the lowest. In Hubei, the leaf blast was the most serious; however, the loss rate of panicle blast was the lowest. The disease grade of leaf blast in Anhui was the lowest. The incidence of panicle blast was the lowest in Fujian. In Jiangxi, the incidence and the loss rate of panicle blast, and the composite index were all the highest. According to the composite index of all varieties, the moderately susceptible varieties were the largest proportion in Zhejiang, Hunan, Hubei, Anhui and Jiangxi, however, the varieties with middle resistance were the most in Fujian. According to the disease grade for the loss rate of panicle blast, the varieties with middle resistance to panicle blast were the most in Zhejiang, Hunan and Hubei. The moderately susceptible varieties were the most in Anhui. However, in Fujian, the resistant varieties were in the largest ratio. The proportions of different types of varieties were similarly in Jiangxi. 【Conclusion】 The overall levels of disease resistance in *indica* rice varieties from the middle and lower reaches of the Yangtze River in China was in a low level. Same varieties showed different resistance levels in different identification plots, because the six plots possibly had their own characteristics. Thus the average resistance values for the tested varieties identified in the six plots are better to fully and objectively reflect the resistance levels of new rice varieties to rice blast.

Key words: *indica* rice; rice blast; resistance; middle and lower reaches of Yangtze River; regional trial

摘 要: 【目的】旨在比较国家长江中下游稻区品种区域试验中籼稻稻瘟病抗性在六个省抗性鉴定点的表现及差异。【方法】试验材料为 2013–2017 年国家长江中下游稻区水稻品种区域试验的 800 个籼稻参试品种（其中早籼 111 个、中籼 468 个、晚籼 221 个），在浙江、湖南、湖北、安徽、福建和江西共六个鉴定点进行稻瘟病（苗叶瘟和穗瘟）的抗性鉴定。【结果】800 个籼稻品种中有 47.5% 表现为中感稻瘟病，其次为中抗、感和高感，表现为抗的品种所占比例只有 0.2%，没有表现为高抗的品种。早籼、中籼和晚籼稻瘟病综合指数六点平均值分别为 4.95、4.85 和 4.54，均属于中感水平。在六个抗性鉴定点中，浙江点综合指数最低，湖北点苗叶瘟最重、穗瘟损失率最低，安徽点苗叶瘟最轻，福建点穗瘟发病率最低，江西点穗瘟发病率、穗瘟损失率和综合指数均为最高。根据稻瘟病抗性综合指数分析，浙江、湖南、湖北、安徽和江西五个鉴定点均表现为中感的品种所占比例最大；福建点

收稿日期: 2018-07-30; 修改稿收到日期: 2018-11-16。

基金项目: 国家农业财政资助项目“国家级农作物品种区域试验”(2013–2017); 浙江省重点研发计划资助项目(2016C02050-3); 国家重点研发计划资助项目(2016YFD0300706, 2016YFD0200804)。

表现为中抗的品种所占比例最大。根据穗瘟损失率病级分析, 浙江、湖南和湖北点均表现为中抗的品种所占比例最大; 安徽点表现为中感的品种所占比例最大; 福建点表现为抗的品种所占比例最大, 且抗和高感的品种所占比例均为六点中最高, 表现为感的品种所占比例六点中最低; 江西点各抗性类型品种的所占比例差异不大。【结论】国家长江中下游稻区水稻品种区域试验籼稻参试品种的稻瘟病整体抗性水平一般。相同的一套品种在不同的鉴定点表现有所不同, 用各点的平均值评价参试品种的抗性可以充分、客观地反应参试品种对稻瘟病的抗性水平。

关键词: 籼稻; 稻瘟病; 抗性; 长江中下游; 区域试验

中图分类号: S435.111.4⁺1; S511.02

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2019)02-0152-06

水稻品种区域试验是新品种从选育到推广的重要环节, 试验鉴定结果可为国家水稻品种审定工作提供翔实的科学依据^[1]。长江中下游地区是我国水稻的主产区, 水稻种植面积和总产量均占全国的45%~50%, 并且该区域也是籼稻主栽区^[2,3]。长江中下游稻区区域试验的籼稻参试品种和审定品种数在全国各稻区中均最多^[4]。稻瘟病是危害水稻生产的三大主要病害之一, 区域试验参试品种的稻瘟病抗性备受关注。

杨仕华等^[5]分析了1986–2002年长江流域国家区域试验中共511个籼稻品种对稻瘟病的抗性, “七五”、“八五”和“九五”各时期早籼、中籼和晚籼品种稻瘟病综合指数平均值在4.1~6.3, 品种总体处于中感水平, 且各时期间无明显提高。李小娟等^[6]对2004–2008年参加国家长江中下游稻区区域试验和湖南省水稻区域试验的2178份材料进行了稻瘟病的抗性鉴定, 根据苗叶瘟病级、穗颈瘟发病率、穗颈瘟损失指数和稻瘟病综合指数分析了品种的抗感频率, 得出品种的整体抗性水平呈逐年下降趋势。张其蓉等^[7]在湖北宜昌对2004–2011年参加国家长江中下游稻区区域试验的1174份材料进行了稻瘟病抗性鉴定, 根据稻瘟病综合指数分析品种的抗感比例, 发现这些品种的抗性呈“下降-上升-下降”的趋势。陈进周等^[8,9]根据稻瘟病综合指数分析了参加国家长江中下游稻区区域试验的品种在福建上杭的发病情况, 发现稻瘟病逐年加重。

本研究根据稻瘟病苗叶瘟病级、穗瘟发病率病级、穗瘟损失率病级和综合指数等指标将2013–2017年长江中下游稻区的所有参试籼稻品种在六个抗性鉴定点的评价结果进行比较, 并根据综合指数和穗瘟损失率分析不同抗性类型品种的分布情况和各鉴定点的稻瘟病发病特点。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以中国水稻研究所提供的国家长江中下游稻区水稻品种区域试验籼稻参试品种作为研究材料,

2013–2017年共800个品种, 其中, 早籼111个, 中籼468个, 晚籼221个^[4]。

1.2 试验单位

稻瘟病抗性鉴定试验由浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所、湖南省农业科学院植物保护研究所、湖北省宜昌市农业科学研究院水稻和油料作物研究所、安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所、福建省上杭县茶地镇农业技术推广站和江西井冈山企业集团农业技术服务中心六个单位共同承担。

1.3 试验方法

1.3.1 苗叶瘟鉴定

参照文献[10]和[11], 采用人工接种或自然诱发鉴定苗叶瘟发病情况。自然诱发鉴定在田间鉴定圃内进行, 鉴定圃浙江省设在临安市太阳镇双庙村, 湖南省设在桃江县高桥乡罗溪村, 湖北省设在远安县嫫祖镇望家村, 安徽省设在金寨县天堂寨镇杨山村, 福建省设在上杭县茶地镇茶地村, 江西省设在吉安井冈山市石市口分场丰田村。种植方式根据当地实际情况采用直播法或移栽法, 每个品种栽5行, 每行6穴, 每穴2~4株基本苗, 株行距根据当地生产实际情况进行科学设置, 品种按顺序排列, 试验品种四周种植诱发品种, 每个熟组栽插1个感病对照品种。试验设2次重复。

苗叶瘟鉴定分级参照9级标准^[12]。苗叶瘟在充分发病后进行调查, 每个品种以发病最重的10株为调查对象, 调查发病最重的叶片, 取平均病级。取3次试验中发病最重的结果进行分析。感病对照品种苗叶瘟病级未达7级, 试验无效。

1.3.2 穗瘟鉴定

采用自然诱发法, 种植方式同苗叶瘟自然诱发鉴定法^[10-11]。试验设2次重复。

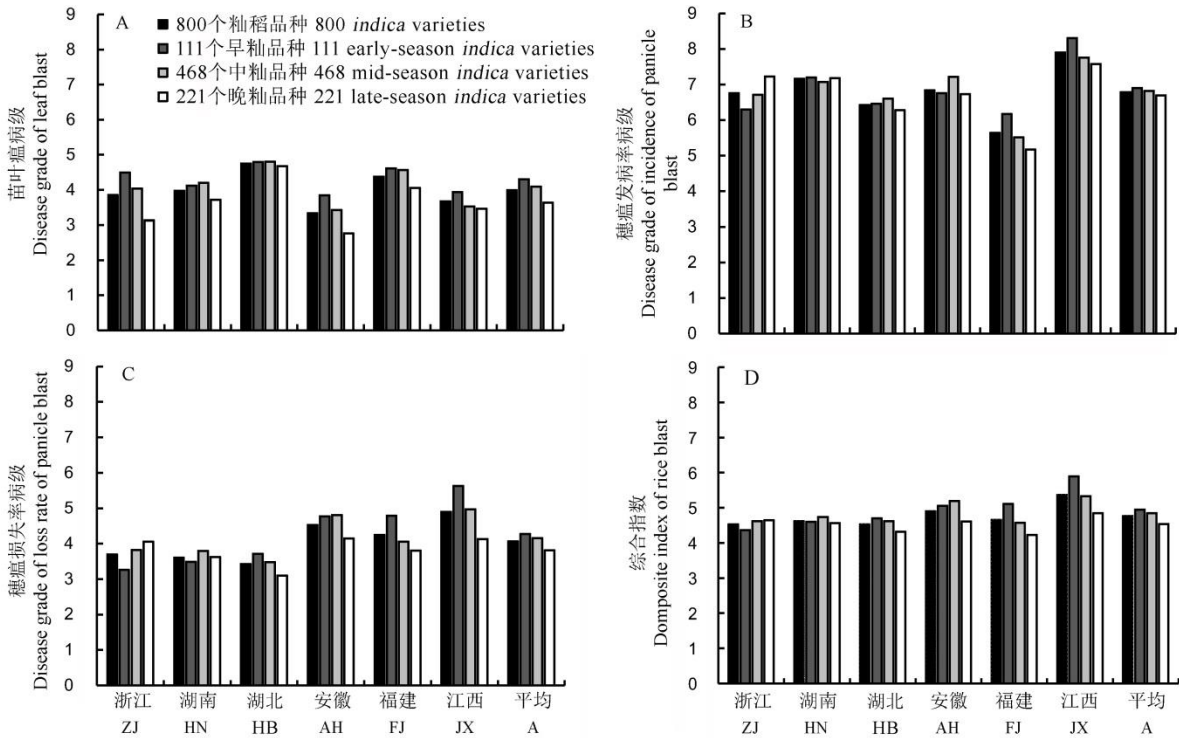
穗瘟在水稻黄熟初期(80%稻穗尖端谷粒成熟时)进行调查, 每个品种随机取不少于100穗。

计算品种穗瘟发病率、穗瘟损失率, 公式如下: 穗瘟发病率(%)=(发病穗数/考查总穗数)×100; 穗瘟损失率(%)=[Σ(各级病穗数×各级损失率)/(考查总穗数×分级标准最高级损失率)]×100, 各级损失率分

表 1 水稻稻瘟病穗瘟抗性分级标准

Table 1. Grading standard for rice resistance to panicle blast.

病级	抗性类型	穗瘟发病率	单穗损失率	穗瘟损失率	综合指数
Disease grade	Type of resistance	Incidence of panicle blast/%	Loss rate per panicle/%	Loss rate of panicle blast/%	Composite index
0	高抗 Highly resistant	0	0	0	<0.1
1	抗 Resistant	≤5.0	≤5.0	≤5.0	0.1~2.0
3	中抗 Moderately resistant	5.1~10.0	5.1~20.0	5.1~15.0	2.1~4.0
5	中感 Moderately susceptible	10.1~25.0	20.1~50.0	15.1~30.0	4.1~6.0
7	感 Susceptible	25.1~50.0	50.1~70.0	30.1~50.0	6.1~7.5
9	高感 Highly susceptible	≥50.1	≥70.1	≥50.1	7.6~9.0



ZJ, Zhejiang plot; HN, Hunan plot; HB, Hubei plot; AH, Anhui plot; FJ, Fujian plot; JX, Jiangxi plot; A, Average of the six plots.

图 1 各试验点苗叶瘟病级、穗瘟发病率病级、穗瘟损失率病级、稻瘟病综合指数

Fig. 1. The disease grades of leaf blast, incidence of panicle blast, loss rate of panicle blast and composite index of rice blast.

别取 0、0.05、0.2、0.5、0.7、1。穗瘟发病率群体抗性分级标准、穗瘟损失率分级标准见表 1。取 3 次试验中发病最重的结果进行分析。感病对照品种穗瘟损失率病级未达 7 级，则认为试验无效。

稻瘟病抗性综合指数=苗叶瘟病级×0.25+穗瘟发病率病级×0.25+穗瘟损失率病级×0.5。稻瘟病抗性综合评价分级标准见表 1。

2 结果与分析

2.1 苗叶瘟的发病

所有参试的 800 个籼稻(111 个早籼、468 个中籼和 221 个晚籼)在各点的苗叶瘟病级及六点平均值见图 1-A。800 个籼稻品种苗叶瘟平均病级为 4.0，

属于中感水平，湖北点和福建点均高于平均值，其中湖北点最重，病级为 4.7；浙江点和湖南点苗叶瘟病级与平均值相仿；安徽点和江西点均低于平均值，其中安徽最轻，病级为 3.3，属于中抗水平。早籼、中籼和晚籼三种类型品种的苗叶瘟均在湖北点发病最重，安徽点最轻。

2.2 穗瘟的发病

800 个籼稻、早籼、中籼和晚籼在各点的穗瘟发病率病级及平均值见图 1-B。所有籼稻品种穗瘟发病率平均病级为 6.8，属于感病水平，湖南点和江西点均高于平均值，其中江西最高，病级为 7.9；浙江点和安徽点穗瘟发病率病级与平均值相同；湖北点和福建点均低于平均值，其中福建最低，病级为 5.6。早籼、中籼和晚籼三种类型品种的穗瘟发

病率病级均在江西点最高，福建点最低。所有籼稻品种穗瘟发病率平均病级达到感病的水平，表明大部分品种穗瘟发病率超过 25%。

2.3 穗瘟损失率

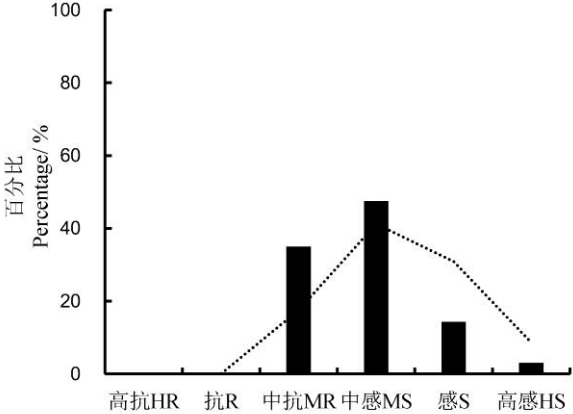
所有籼稻品种穗瘟损失率六点平均病级为 4.1(图 1-C)，属于中感水平。安徽点和江西点均高于平均值，其中江西最高，病级为 4.9；福建点穗瘟损失率病级与六点平均值相仿；浙江点、湖南点和湖北点均低于平均值，其中湖北最低，病级为 3.4。早籼和中籼品种的穗瘟损失率在江西点最高，晚籼为安徽点最高；早籼的穗瘟损失率在浙江点最低，中籼和晚籼品种均在湖北点为最低。

2.4 稻瘟病综合指数

籼稻品种的稻瘟病综合指数在六个鉴定点的平均值为 4.76(图 1-D)，属于中感水平，江西点综合指数最高，为 5.36；湖南点、安徽点和福建点发病情况与六点平均值相仿；浙江点和湖北点均低于平均值，其中浙江点综合指数最低，为 4.52。早籼、中籼和晚籼稻瘟病综合指数六点平均值分别为 4.95、4.85 和 4.54，均属于中感水平，说明参试品种整体抗性水平一般。早籼、中籼和晚籼三种类型品种的稻瘟病综合指数均为江西点最高；早籼品种的稻瘟病综合指数在浙江点最低，中籼和晚籼品种均为福建点最低。

2.5 根据稻瘟病综合指数分析不同抗性类型品种在各鉴定点分布情况

根据稻瘟病综合指数可将品种分成高抗、抗、中抗、中感、感和高感六种抗性类型（表 1）。根据



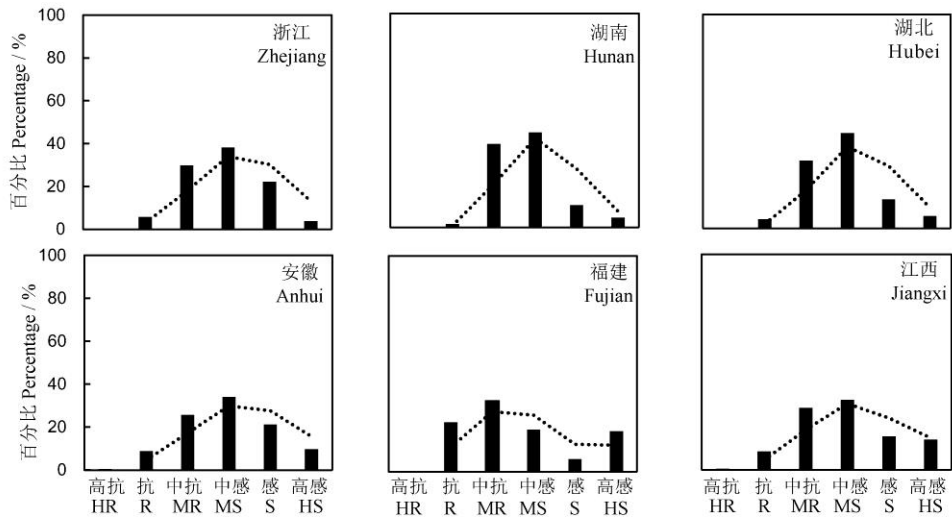
HR, Highly resistant; R, Resistant; MR, Moderately resistant; MS, Moderately susceptible; S, Susceptible; HS, Highly susceptible.

图 2 基于稻瘟病综合指数的籼稻品种抗性类型分布

Fig. 2. Distribution of resistance types of *indica* varieties according to the composite index of rice blast.

六个鉴定点综合指数的平均值将 800 个籼稻品种划分成不同抗性类型的品种，具体分布情况见图 2。参试品种中表现为中感的品种所占比例最大，占 47.5%，其次为中抗、感和高感，表现为抗的品种只有 0.2%，没有表现为高抗的品种。

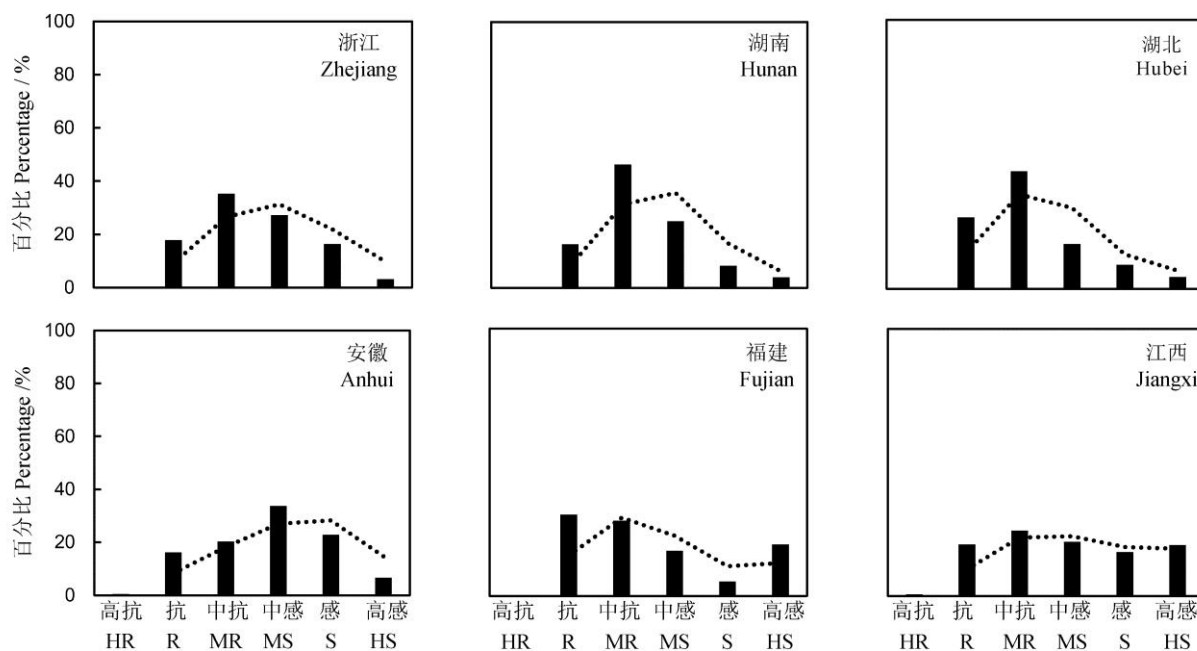
各鉴定点不同类型品种的分布情况见图 3。浙江、湖南、湖北、安徽和江西五个鉴定点各抗性类型品种的分布情况与图 2 相仿，均表现为中感的品种所占比例最大，占 32.5%~44.6%。福建点表现为中抗的品种所占比例最大，占 32.8%；其次为抗的品种，占 22.9%；表现为中感和高感的品种分别占 19.6%和 18.8%，表现为感病的品种仅占 5.9%。



HR, Highly resistant; R, Resistant; MR, Moderately resistant; MS, Moderately susceptible; S, Susceptible; HS, Highly susceptible.

图 3 各鉴定点基于稻瘟病综合指数的籼稻品种抗性类型分布

Fig. 3. Distribution of resistance types of *indica* rice varieties according to the composite index of rice blast in the six plots.



HR, Highly resistant; R, Resistant; MR, Moderately resistant; MS, Moderately susceptible; S, Susceptible; HS, Highly susceptible.

图4 各鉴定点基于穗瘟损失率的籼稻品种抗性类型分布

Fig. 4. Distribution of resistance types of *indica* varieties according to the loss rate of panicle blast in six plots.

2.6 根据穗瘟损失率分析不同抗性类型品种在各鉴定点的分布

根据穗瘟损失率病级也可将品种分成高抗、抗、中抗、中感、感和高感六种抗性类型。各鉴定点不同类型品种的分布情况见图4。浙江点和湖南点均表现为中抗品种比例最高，其次为中感、抗、感和高感的品种。湖北点各类型品种分布情况与浙江和湖南相仿，只是表现为抗的品种比表现为中感的品种多。安徽点表现为中感的品种比例最高，其次为感、中抗、抗和高感的品种。福建点表现为抗的品种比例最大，其次为中抗、高感、中感和感的品种；福建点表现为抗和高感的品种所占比例均为六个鉴定点中最高，分别为22.9%和18.8%；表现为感病的品种仅为5.9%。江西点表现为中抗的品种比例最高，其次为中感、抗、高感和感的品种。

3 讨论

稻瘟病抗性综合指数是苗叶瘟病级、穗瘟发病率病级和穗瘟损失率病级的加权平均数，这三个指标的权重分别为25%、25%和50%，穗瘟病级合计权重为75%。穗瘟导致的产量和质量损失比苗叶瘟严重很多，品种的穗瘟抗性与生产上关系更为密切，其中穗瘟损失率这个指标与产量相关性最大。国家级水稻品种审定标准中对稻瘟病抗性的基本要求

是综合指数和穗瘟损失率同时达标才符合标准。因此本研究在明确所有参试的800个籼稻品种和其中包含的111个早籼、468个中籼、221个晚籼在各鉴定点苗叶瘟病级、穗瘟发病率病级、穗瘟损失率病级、综合指数及六点平均值的基础上，根据稻瘟病综合指数和穗瘟损失率，深入分析了不同抗性类型品种在各鉴定点的分布情况。

我国水稻新品种试验长江中下游稻区稻瘟病抗性鉴定常年由六个抗性鉴定点承担完成，其中浙江点和安徽点苗叶瘟鉴定采用人工喷雾接种，其他4个点在抗性鉴定圃里进行自然诱发，穗瘟鉴定6个点均采用自然诱发。各抗性鉴定圃均设置在雾多、结露时间长的稻瘟病常发稻区，田块环境适宜发病，各点均非常具有地域代表性。在6个抗性鉴定点中，浙江点稻瘟病综合指数最低，湖北点苗叶瘟最重、穗瘟损失率最低，安徽点苗叶瘟最轻，福建点穗瘟发病率最低，江西点穗瘟发病率、穗瘟损失率和综合指数均为最高，说明相同的一套品种在不同的抗性鉴定点表现出不同的抗性。湖北、福建和江西以种植籼稻为主，浙江、湖南和安徽除种植籼稻外还种植粳稻。六省水稻品种种植类型^[13]、面积和气候条件各不相同也可能会导致各省乃至各自抗性鉴定圃内的稻瘟病菌群存在差异。六省抗性鉴定圃所在位置的纬度、海拔、稻田周围的种植环境和状况等田间小气候也均有差异。上述几个因素都可能导

致相同的一套品种在不同的抗性鉴定点表现出不同的抗性。六个鉴定点各具特色, 用各点的平均值评价参试品种的抗性可以充分、客观的反应长江中下游稻区水稻新品种对稻瘟病的抗性水平, 为品种审定提供了切实、有效的依据。

谢辞: 感谢浙江省农业科学院陶荣祥、中国水稻研究所杨仕华、全国农业技术推广服务中心曾波、湖南省农业科学院肖放华和李小娟、宜昌市农业科学研究院田进山、安徽省农业科学院王文相和张爱芳、福建省上杭县茶地镇农业技术推广站陈进周、江西井冈山企业集团农业技术服务中心王德标和陈仲山参与抗性鉴定试验。

参考文献:

- [1] 杨仕华, 廖琴, 谷铁城, 胡小军, 程本义. 南方稻区国家水稻品种区域试验进展及建议. 中国种业, 2009(12): 12-14.
Yang S H, Liao Q, Gu T C, Hu X J, Cheng B Y. Progress and suggestions on national rice regional trial varieties in Southern rice region. *China Seed Ind*, 2009(12): 12-14. (in Chinese)
- [2] 程本义, 夏俊辉, 沈伟峰. 长江中下游稻区籼型两系与三系杂交水稻组合的比较分析. 杂交水稻, 2009, 24(5): 61-65.
Cheng B Y, Xia J H, Shen W F. Comparison analysis between two-line and three-line *indica* hybrid rice combinations in the middle and lower reaches of the Yangtze River of China. *Hybrid Rice*, 2009, 24(5): 61-65. (in Chinese with English abstract)
- [3] 刘书通, 李春生, 方福平, 张小惠, 毛一剑, 孔宪琴, 张克勤, 吴荣梁. 长江中下游中籼杂交稻区试品种产量成因性状分析. 中国农学通报, 2015, 31(15): 7-11.
Liu S T, Li C S, Fang F P, Zhang X H, Mao Y J, Kong X Q, Zhang K Q, Wu R L. Analysis of agronomic characters of mid-season *indica* hybrid rice in the middle and lower reaches of the Yangtze River. *Chin Agric Sci Bull*, 2015, 31(15): 7-11. (in Chinese with English abstract)
- [4] 农业部种子管理局, 全国农业技术推广服务中心, 中国水稻研究所. 中国水稻新品种试验: 年度南方稻区国家水稻区试品种报告. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2013-2017.
Seed Administration Bureau of the Ministry of Agriculture, Service Center of National Extension of Agricultural Technology, China National Rice Research Institute. Trials of New Rice Varieties in China: Annual Report of National Rice Regional Trial Varieties in Southern Rice Region. Beijing: Chinese Agriculture Science and Technology Press, 2013-2017. (in Chinese)
- [5] 杨仕华, 程本义, 沈伟峰, 廖西元. 我国长江流域籼稻品种选育进展及改良策略. 中国水稻科学, 2004, 18(2): 89-93.
Yang S H, Cheng B Y, Shen W F, Liao X Y. Progress and strategy of the improvement of *indica* rice varieties in the Yangtze Valley of China. *Chin J Rice Sci*, 2004, 18(2): 89-93. (in Chinese with English abstract)
- [6] 李小娟, 郭新华, 肖友伦, 潘冬青, 胡立冬, 吴祖幸, 肖放华. 长江中下游稻区水稻区试品种稻瘟病的抗性评价. 杂交水稻, 2009, 24(6): 59-61.
Li X J, Guo X H, Xiao Y L, Pan D Q, Hu L D, Wu Z X, Xiao F H. Evaluation of blast resistance of rice varieties in regional trials in the Middle and Lower Reaches of Changjiang River Valley. *Hybrid Rice*, 2009, 24(6): 59-61. (in Chinese with English abstract)
- [7] 张其蓉, 宋发菊, 田进山, 刘娟, 李绪清, 黄代金, 刘敏, 张永萍. 长江中下游稻区水稻区域试验品种抗稻瘟病鉴定与评价. 江苏农业科学, 2013, 41(4): 90-91.
Zhang Q R, Song F J, Tian J S, Liu J, Li X Q, Huang D J, Liu M, Zhang Y P. Identification and evaluation of rice blast resistance in rice regional trial varieties in the middle and lower reaches of the Yangtze River. *Jiangsu Agric Sci*, 2013, 41(4): 90-91. (in Chinese)
- [8] 陈进周. 2006年国家南方稻区水稻区试新品种抗稻瘟病鉴定(上杭点)总结. 福建农业科技, 2007(1): 10-11.
Chen J Z. Summary of identification of resistance to rice blast of new rice varieties in regional trials in southern China in 2006 (Shanghang point). *Fujian Agric Sci & Technol*, 2007(1): 10-11. (in Chinese)
- [9] 陈进周, 温庆元, 陈德兰. 2009年国家南方稻区水稻新品种区试抗稻瘟病鉴定与评价. 福建农业科技, 2010(2): 48-50.
Chen J Z, Wen Q Y, Chen D L. Identification and evaluation of resistance to rice blast in regional trials of new rice varieties in southern China in 2009. *Fujian Agric Sci & Technol*, 2010(2): 48-50. (in Chinese)
- [10] 水稻品种试验稻瘟病抗性鉴定与评价技术规程: NY/T 2646-2014. 北京: 中华人民共和国农业行业标准. Technical Specification for Identification and Evaluation of Blast Resistance in Rice Variety Regional Test: NY/T 2646-2014. Beijing: Agricultural Industry Standards of the People's Republic of China. (in Chinese)
- [11] 陶荣祥, 陈建明, 廖琴. 水稻病虫害田间手册—病虫害鉴别与抗性鉴定. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006.
Tao R X, Chen J M, Liao Q. Field Manual of Rice Pests and Diseases: Identification of Pests and Diseases and Evaluation of Resistance. Beijing: Chinese Agriculture Science and Technology Press, 2006. (in Chinese)
- [12] IRRI. Standard Evaluation System for Rice. 4th ed. Manila Philippines: IRRI, 1996.
- [13] 林海, 李婷婷, 童汉华, 王志刚, 王磊, 鄂志国. 我国水稻主栽品种演替分析. 中国水稻科学, 2018, 32(6): 565-571.
Lin H, Li T T, Tong H H, Wang Z G, Wang L, E Z G. Analysis on evolution of major rice cultivars in China. *Chin J Rice Sci*, 2018, 32(6): 565-571. (in Chinese with English abstract)