

# 农香 16 等 6 个水稻新品种(系)对白背飞虱的 抗性遗传分析

李西明,马良勇,刘光杰,庄杰云,沈君辉,闵绍楷

(中国水稻研究所,杭州 310006)

**摘要:**研究了农香 16 等 6 个水稻新品种(系)对白背飞虱的抗性表现。分析了 6 个品种(系)与标准感虫品种 TN1 杂交的  $F_1$  和  $F_2$  代,以及回交世代  $BC_1F_1$  对白背飞虱的抗性遗传,发现浙农大 6022、9234 和中鉴 96-3 的抗性均受 1 对显性基因控制,农香 16、R40 和蜀恢 881 品种(系)对白背飞虱的抗性均受 1 对隐性基因控制;这些品种(系)均具有良好的农艺性状,有较好的育种和生产应用前景。

**关键词:**水稻;白背飞虱;抗性;显性基因;隐性基因;遗传分析

**中图分类号:**S511 **文献标识码:**A **文章编号:**0578-1752(2001)06-0615-04

## Genetics Analysis of Resistance to the Whitebacked Planthopper in 6 Newly-bred Rice Varieties

LI Xi-ming, MA Liang-yong, LIU Guang-jie, ZHUANG Jie-yun,  
SHEN Jun-hui, MIN Shao-kai

(China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006)

**Abstract:** This paper studied on the resistance to the whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*) in 6 newly-bred rice varieties, such as Nongxiang 16. The resistance of  $F_1$  and  $F_2$  population crossed with Taichung Native 1 (TN1) and back-crossed  $BC_1F_1$  populations had been evaluated. The results indicated that the resistance to *S. furcifera* in Zhenongda 6022, 9234 and Zhongjian 96-3 was both controlled by a single dominant gene and, in Nongxiang 16, R40 and Shuhui 881 by a single recessive gene, respectively. These varieties possessed good agronomical characteristics and could be used in further rice breeding and rice production.

**Key words:** Rice; *Sogatella furcifera*; Resistance; Dominant gene; Recessive gene; Genetic analysis

白背飞虱(*Sogatella furcifera*)是我国和东南亚水稻产区的主要害虫之一,对水稻生产的影响主要是引起稻谷的千粒重下降和空秕粒增加<sup>[1,2]</sup>;前期受害可引起有效穗和每穗总粒数的下降;为害严重时,造成稻株枯死和大面积水稻产量损失<sup>[3,4]</sup>。因此,鉴定并利用抗白背飞虱材料,选育抗白背飞虱品种一直是水稻育种家的目标之一。

国际水稻研究所 1976 年起开始对白背飞虱的抗性材料进行遗传分析,迄今为止已发现和命名了

5 个抗白背飞虱基因:Wbph1、Wbph2、Wbph3、wbph4 和 Wbph5。除 wbph4 为隐性遗传外,另 4 个均为显性遗传<sup>[5~9]</sup>。作者自 1984 年开始对我国鉴定出的白背飞虱抗源材料进行遗传分析,明确了鬼衣谷、便谷、大齐谷、大花谷、HA79317-7 和滇瑞 336-3 等 6 个品种的抗性遗传规律,经抗性基因等位性测定,发现鬼衣谷、便谷、大齐谷、大花谷携带有同一单显性基因,并与 5 个已命名的抗性基因不等位,将其暂命名为 Wbph6(t)<sup>[10,11]</sup>。1996 年作者又对白秆糯

收稿日期:2000-12-12

基金项目:国家自然科学基金(39870535);农业部水稻生物重点实验室开放项目(000203)

作者简介:李西明(1957-),男,浙江杭州人,研究员,从事水稻遗传育种研究。马良勇为通讯联系人。Tel:0571-63370323;Fax:0571-63371911;  
E-mail:zaodaozu@fy.hz.zj.cn

等品种进行了抗性遗传分析,明确了白秆糯等的抗性遗传规律<sup>[12]</sup>。刘志岩等研究了对白背飞虱高抗的 Rathu Heenati 的抗性遗传,认为其抗性受 1 对显性基因控制<sup>[13]</sup>。

本研究选择农香 16 等 6 个对白背飞虱表现抗性强的新品种(系),作为抗性遗传分析对象,目的是明确其遗传规律,为抗虫育种和生产应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

1.1.1 抗性遗传分析材料 农香 16(籼型,湖南水稻所)、中鉴 96-3(粳型,中国水稻研究所)、9234(籼型,南京农业大学)、浙农大 6022(籼型,浙江大学)、R40(籼型,四川省农业科学院)、蜀恢 881(籼型,四川农业大学水稻所)。这 6 个水稻新品种(系)经国家“九五”育种攻关“水稻育种材料与方法”专题(96-002-02-01)“特性鉴定与评价”组鉴定表现抗—高抗白背飞虱。

1.1.2 标准对照材料 国际通用标准感虫对照 Taichung Native 1(TN1)抗虫对照 Rathu Heenati(RHT)。

### 1.2 研究方法

1.2.1 抗性遗传分析研究材料的建立 1999 年春在海南中国水稻研究所南繁基地以 TN1 为母本配制与农香 16、中鉴 96-3、9234、浙农大 6022、R40 和蜀恢 881 的杂交组合,每组合获得 100 粒以上 F<sub>1</sub> 种子。1999 年夏在杭州中国水稻研究所试验基地种植

6 个组合的 F<sub>1</sub> 代各 24 株,以 TN1 为父本分别与 6 个组合的 F<sub>1</sub> 进行回交,产生 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 种子(100 粒以上),并收获各组合种子产生 F<sub>2</sub> 代。

1.2.2 亲本和各世代材料的抗虫性鉴定 抗虫性鉴定采用国际水稻研究所的“标准苗盘法”,将各供试材料的种子预先浸种催芽,播于 60cm×45cm×10cm 的苗盘内,亲本、F<sub>1</sub> 和 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 每份材料播 5 行,F<sub>2</sub> 每份材料播 13 行,每行 20 株左右,并随机种植感虫对照 TN1 和抗虫对照 RHT。播种后约 1 周(二叶期),每苗平均接入 7~8 头 1~2 龄的白背飞虱若虫。当感虫对照 TN<sub>1</sub> 苗 95% 枯死时,观察记载各群体的抗感苗数(枯死和心叶枯萎苗为感虫,其余为抗虫),试验用虫来自网室内 TN1 苗上饲养的 1~2 龄若虫。抗虫性鉴定试验在 2000 年 6~7 月间完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本材料和 F<sub>1</sub> 的抗性反应

表 1 列出了各亲本材料和 F<sub>1</sub> 代对白背飞虱的抗性鉴定结果。各供试亲本对白背飞虱的抗性与前 2 年接种鉴定表现一致,均表现高抗或抗,F<sub>1</sub> 代对白背飞虱的抗性表现不一:浙农大 6022、9234 和中鉴 96-3 与 TN1 杂交的 3 个组合表现抗虫,其中 TN1/9234 和 TN1/浙农大 6022 2 个组合 F<sub>1</sub> 出现个别感虫苗,可能是因个别假杂种造成,这与 F<sub>1</sub> 田间圃中出现个别假杂种苗一致;TN1 与农香 16、R40、蜀恢 881 3 个组合的 F<sub>1</sub> 代均表现感虫。

表 1 6 个品种亲本和 F<sub>1</sub> 代对白背飞虱的抗虫反应

Table 1 Reaction of parents and F<sub>1</sub> to *Sogatella furcifera*

| 品种 Varieties  |               | 亲本组合<br>Crossing of parent          | 亲本抗性<br>Parents<br>resistance | 组合<br>Crossing | 抗:感苗数<br>No. of R:S | 抗性评价<br>Resistance<br>evaluation |
|---|---------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------------|
| 名称 Name   | 类型 Type       |                                     |                               |                |                     |                                  |
| 9234(P <sub>1</sub> )                                       | 籼<br>Indica   | 明恢 75/8387-1<br>Minghui 75/8387-1   | 抗<br>R                        | TN1/P1         | 87:2                | 抗<br>R                           |
| 农香 16(P <sub>2</sub> )<br>Nongxiang16(P <sub>2</sub> )      | 籼<br>Indica   | 亲 16 选/80-66<br>Qin 16 Xuan/80-66   | 高抗<br>HR                      | TN1/P2         | 1:74                | 感<br>S                           |
| 中鉴 96-3(P <sub>3</sub> )<br>Zhongjian 96-3(P <sub>3</sub> ) | 粳<br>Japonica | C81-40/87095                        | 高抗<br>HR                      | TN1/P3         | 88:0                | 高抗<br>HR                         |
| 蜀恢 881(P <sub>4</sub> )<br>Shuhui881(P <sub>4</sub> )       | 籼<br>Indica   | 密阳 46/明恢 63<br>Miyang 46/Minghui 63 | 抗<br>R                        | TN1/P4         | 0:78                | 高感<br>HS                         |
| R40(P <sub>5</sub> )  | 籼<br>Indica   | 圭 630/02428<br>Gui 630/02428        | 抗<br>R                        | TN1/P5         | 0:55                | 高感<br>HS                         |
| 浙农大 6022(P <sub>6</sub> )<br>Zhenongda6022(P <sub>6</sub> ) | 籼<br>Indica   | 明恢 63/IR36<br>Ming-hui63/IR36       | 抗<br>R                        | TN1/P6         | 65:3                | 抗<br>R                           |

## 2.2 F<sub>2</sub> 代抗虫性鉴定结果分析

表 2 列出了 TN1 与 6 个抗源亲本杂交的 F<sub>2</sub> 代对白背飞虱的抗性鉴定和分析结果。TN1 与 6 个抗源亲本杂交的 F<sub>2</sub> 代对白背飞虱均表现出抗性分离。TN1/9234、中鉴 96-3 和浙农大 6022 3 个组合的抗

感虫苗数经  $\chi^2$  测验分析符合 3:1 的遗传分离比例,说明这 3 个品种的抗性基因受 1 对显性基因控制;TN1/农香 16、R40 和蜀恢 881 3 个组合的抗感虫苗数经  $\chi^2$  测验分析符合 1:3 的遗传分离比例,说明这 3 个品种的抗性受 1 对隐性基因控制。

表 2 F<sub>2</sub> 代对白背飞虱的抗性反应

Table 2 Reaction of F<sub>2</sub> population to *Sogatella furcifera*

| F <sub>2</sub> 组合<br>F <sub>2</sub> combination | F <sub>2</sub> 株数<br>F <sub>2</sub> population | 抗:感苗数<br>No. of R:S | 分离比率<br>Segregating ratio | $\chi^2$ 值 <sup>1)</sup><br>$\chi^2$ value |
|---|--|---------------------|---------------------------|--|
| TN1/9234  | 218  | 155:63              | 3:1                       | 1.77                                       |
| TN1/农香 16<br>TN1/Nongxiang 16                   | 237  | 57:180              | 1:3                       | 0.11                                       |
| TN1/中鉴 96-3<br>TN1/Zhongjian 96-3               | 268  | 189:79              | 3:1                       | 2.58                                       |
| TN1/蜀恢 881<br>TN1/Shuhui 881                    | 240  | 58:182              | 1:3                       | 0.088                                      |
| TN1/R40   | 219  | 57:162              | 1:3                       | 0.12                                       |
| TN1/浙农大 6022<br>TN1/Zhenongda 6022              | 199  | 143:56              | 3:1                       | 1.04                                       |

<sup>1)</sup>  $\chi^2_{0.05}=3.84$ ;  $\chi^2_{0.01}=6.63$ ,下同 The same as below

## 2.3 回交世代 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 的抗性鉴定结果分析

表 3 列出了以 TN1 回交的 6 个 F<sub>1</sub> 组合的 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 回交世代的抗性鉴定结果。9234、中鉴 96-3、浙农大 6022 3 个品种与 TN1 杂交的回交世代 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 对白背飞虱的抗感分离比例经  $\chi^2$  测验分析

符合 1:1 分离;农香 16、R40 和蜀恢 881 3 个品种与 TN1 杂交的回交世代 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 对白背飞虱均表现感虫。各 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 代抗虫性鉴定结果验证了各 F<sub>2</sub> 代抗虫性分离结果。

表 3 回交世代 BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 的抗感反应

Table 3 Reaction of BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> to *Sogatella furcifera*

| 组合<br>Cross                                  | 抗感苗数<br>No. of R:S | 分离比例<br>Segregating ratio | $\chi^2$ 值<br>$\chi^2$ value |
|--|--------------------|---------------------------|------------------------------|
| TN1/9234//TN1<br>TN1/9234//TN1               | 48:56              | 1:1                       | 0.62                         |
| TN1/农香 16//TN1<br>TN1/Nongxiang16//TN1       | 0:86               | 全感<br>All susceptibility  |                              |
| TN1/中鉴 963//TN1<br>TN1/Zhongjian96-3//TN1    | 54:62              | 1:1                       | 0.55                         |
| TN1/蜀恢 881//TN1<br>TN1/Shuhui 881//TN1       | 0:77               | 全感<br>All susceptibility  |                              |
| TN1/R40//TN1<br>TN1/R40//TN1                 | 0:92               | 全感<br>All susceptibility  |                              |
| TN1/浙农大 6022//TN1<br>TN1/Zhenongda 6022//TN1 | 37:44              | 1:1                       | 0.60                         |

## 3 结论与讨论

根据上述研究结果分析可以明确地得出如下结论:浙农大 6022、9234 和中鉴 96-3 3 个品种(系)对

白背飞虱的抗性为显性遗传,受 1 对显性基因控制。农香 16、蜀恢 881 和 R40 3 个品种(系)对白背飞虱的抗性表现为隐性遗传,抗性受 1 对隐性基因控制。这 6 个品种(系)的抗白背飞虱显性或隐性基因与已

报道命名的抗白背飞虱基因间的等位性关系尚不明确,需作进一步的等位性遗传分析研究,以探明其是否为新的抗性基因。

我国关于水稻品种抗白背飞虱的遗传研究以往仅局限于对地方品种抗白背飞虱的遗传规律探索,但地方品种往往存在着农艺性状较差、高秆、感光、生育期长等缺点,难以在育种中直接利用。本研究选择国家“九五”攻关新育成的品种(系)为材料,研究其对白背飞虱的抗性遗传规律,具有实用意义。

水稻品种苗期与成株期对稻飞虱的抗性有密切相关性,随着稻株的生长,抗性也随之增强,即苗期和成株期抗性表现一致<sup>[14]</sup>。本研究选用的6份抗白背飞虱材料均具有优良的农艺性状,其中“中鉴96-3”(原名“春江06”)是长江流域的弱感光晚粳品种,对白背飞虱具有抗生性<sup>[15]</sup>,米质较好,有8项主要指标达到部颁一级米标准,并且中抗稻瘟病、白叶枯病和细条病,是一个难得的四抗品种,已在生产和育种中得到初步应用。“农香16”为湖南育成的晚粳优质米品种,大部分米质指标达到部颁一、二级米标准,株型较好,产量高,已通过湖南省审定,推广面积达13.33万ha以上。9234、浙农大6022已经在育种中得到初步应用,蜀恢881和R402个品系均为恢复系,由于带有的抗虫基因是受隐性控制的,不能在杂交稻生产中直接加以应用,但也可作为常规育种的亲本材料加以利用。

## References:

- [1] Ye Z X, Qin H G, Huang R H, et al. Yield loss caused by whitebacked planthopper and its economic threshold at heading stage of early rice[J]. Chinese J. Rice Sci. 1993,7(1):21-24. (in Chinese)  
叶正襄,秦厚国,黄荣华,等.早稻穗期白背飞虱为害损失及防治指标研究[J].中国水稻科学,1993,7(1):21-24.
- [2] Qin H G, Ye Z X, Huang R H, et al. Studies on the complex control index of *Sogatella furcifera* and *Nilaparvata lugens* at the spike stage of late rice[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1993,26(1):51-55. (in Chinese)  
秦厚国,叶正襄,黄荣华,等.晚稻穗期白背飞虱与复合防治指标的研究[J].中国农业科学,1993,26(1):51-55.
- [3] Huang C W, Feng B C, Wang H D, et al. Study on biological characters and control of whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera*[J]. Zhejiang J. Agri. Sci. 1982,(3):138-141. (in Chinese)  
黄次伟,冯炳灿,王焕弟,等.白背飞虱生物学特性和防治研究[J].浙江农业科学,1982,(3):138-141.
- [4] Tang J Y. Outbreak of rice planthoppers and preliminary analysis of its cause in 1991[J]. Forecasting for Insect Pests and Plant Diseases, 1992,12(2):16-19. (in Chinese)  
汤金仪.1991年稻飞虱大发生及其原因浅析[J].病虫害测报,1992,12(2):16-19.
- [5] E R Angeles, G S Khush, E A Heinrichs. New genes for resistance to whitebacked planthopper in rice[J]. Crop Sci. 1981,21:47-50.
- [6] Wu C F, Khush G S. A new dominant gene for resistance to whitebacked planthopper in rice[J]. Crop Sci. 1985,25(3):505-509.
- [7] Hernandez J E, Khush G S. Genetics of resistance to whitebacked planthopper in some rice varieties[J]. Oryza, 1981, 18:44-50.
- [8] G S Sidhu, G S Khush, F G Medrano. A dominant gene in rice for resistance to whitebacked planthopper and its relationship to other plant characteristics[J]. Euphytica, 1979, 28:227-232.
- [9] Nair R V, E M Masajo, G S Khush, et al. Genetic analysis of resistance to whitebacked planthopper in twenty-one varieties of rice *Oryza sativa* L[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1982,61:19-22.
- [10] Li X M, Min S K, Xiong Z M, et al. Screening of Resistant Resource and Genetical Analysis of Resistance to Whitebacked Planthopper (WBPH) *Sogatella furcifera* (Horvath) in Rice varieties (*Oryza sativa* L)[J]. Acta Genetica Sinica, 1987,14(6):413-418. (in Chinese)  
李西明,闵绍楷,熊振民,等.水稻品种对白背飞虱的抗源筛选及其抗性遗传分析[J].遗传学报,1987,14(6):413-418.
- [11] Li X M, Xiong Z M, Min S K, et al. Genetical analysis of resistance to whitebacked planthopper *sogatella furcifera* (Horvath) in four rice varieties (*Oryza sativa*) of Yunnan province[J]. Chinese J. Rice Sci. 1990,4(3):113-116. (in Chinese)  
李西明,熊振民,闵绍楷,等.四个云南水稻品种对白背飞虱的抗性遗传分析[J].中国水稻科学,1990,4(3):113-116.
- [12] Li X M, Liu G J, Ma L Y, et al. Screening of resistant resource and genetical analysis of resistance to whitebacked planthopper in rice [J]. Chinese J. Rice Sci. 1996,10(3):173-176. (in Chinese)  
李西明,刘光杰,马良勇,等.水稻抗白背飞虱的资源发掘及其抗性遗传分析[J].中国水稻科学,1996,10(3):173-176.
- [13] Liu Z Y, Liu G J. Study on mapping the resistant genes to the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* using RFLP markers [D]. Chinese Academy of Agricultural Science, 2000:6. (in Chinese)  
刘志岩,刘光杰.利用RFLP标记定位水稻抗白背飞虱基因的研究[D].中国农业科学院硕士学位论文,2000:6.
- [14] Liu G J, Zheng Y C, Gui L Q, et al. On the screening methods for resistance to rice planthopper (*Homoptera; Delphacidae*) in some Chinese rice varieties [J]. Acta Agriculturae Zhengjiangensis, 1999,11(6):306-310. (in Chinese)  
刘光杰,郑宜才,桂丽琴,等.水稻品种抗稻飞虱鉴定方法比较研究[J].浙江农业学报,1999,11(6):306-310.
- [15] Kazushige SOGAWA, Liu G J, Teng K, et al. Mechanisms of varietal resistance to the whitebacked planthopper in a Chinese japonica rice "Chenjiang 06" Japan [J]. Kyushu Pl. Prot. Res. 1999,45:45-53.