

水稻品种 RP1976-18-6-4-2 对褐飞虱和稻瘿蚊的抗性评价及其遗传分析

黄凤宽^{1,2} 韦素美¹ 梁广文^{2,*} 黄所生¹ 蒋显斌³ 罗善昱¹ 李青¹

(¹ 广西农业科学院 植物保护研究所, 广西 南宁 530007; ² 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642; ³ 广西农业科学院 水稻研究所, 广西 南宁 530007; * 通讯联系人)

Genetic Analysis on the Resistance to the Brown Planthopper and Rice Gall Midge in Rice Variety RP1976-18-6-4-2

HUANG Feng-kuan^{1,2}, WEI Su-mei¹, LIANG Guang-wen^{2,*}, HUANG Suo-sheng¹, JIANG Xian-bin³, LUO Shan-yu¹, LI Qing¹
(¹ Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; ² Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; ³ Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; * Corresponding author)

Abstract: The resistance of rice variety RP1976-18-6-4-2 to the rice brown planthopper (BPH) and the rice gall midge (GM) was analyzed. RP1976-18-6-4-2 showed resistance to biotype , biotype Bangladesh of BPH and China type , China type of GM. Genetic analysis suggested that the resistance of RP1976-18-6-4-2 to biotype and biotype Bangladesh of BPH were both controlled by a dominant gene and a recessive gene; and resistance to China type and China type of GM was controlled by a single dominant gene.

Key words: rice; brown planthopper; rice gall midge; resistance; inheritance

摘要: 对水稻品种 RP1976-18-6-4-2 进行褐飞虱和稻瘿蚊的抗性评价及其遗传分析。结果表明,该品种抗褐飞虱生物型、孟加拉型及稻瘿蚊中国型和中国的型,它对褐飞虱生物型和孟加拉型的抗性由1对显性基因和1对隐性基因控制;对稻瘿蚊中国型和中国的型的抗性由1对显性基因控制。

关键词: 水稻; 褐飞虱; 稻瘿蚊; 抗性; 遗传

中图分类号: Q943; S332.3; S435.112; S511.034

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2006)01-0113-03

稻褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 和稻瘿蚊 *Orseolia oryzae* Wood & Mason 是水稻上的两种重要害虫。抗虫品种利用是防治这两种害虫的根本性措施。这两种害虫存在生物型分化变异问题,新生物型的产生可使原来抗虫的品种变为感虫。目前,我国稻褐飞虱田间种群是不同生物型(生物型、生物型、孟加拉型)的混合种群,以生物型为优势种群,孟加拉型已占有一定的比例^[1,2]。稻瘿蚊在广西有2个不同的生物型,即中国型和中国的型^[3]。因此,发掘并利用抗稻褐飞虱和稻瘿蚊不同生物型的材料,选育抗这两种害虫的水稻品种,已成为利用品种抗性防治这两种害虫危害的关键所在。抗性遗传研究可为抗虫育种提供基因源,缩短育种年限,对防止品种遗传单一化,延迟和避免害虫新生物型的产生具有重要意义。

水稻对稻褐飞虱和稻瘿蚊的抗性遗传,迄今为止已发现和命名了14个抗稻褐飞虱的基因^[4,5];发现和命名了9个抗稻瘿蚊的基因^[6]。这些抗虫基因的鉴定和遗传研究为抗虫品种的培育奠定了基础。李青等^[1] 研究结果表明含有两个基因的抗源如 Ptb 33 对稻褐飞虱不同生物型具有很强的抗性。李青等^[7] 和韦素美等^[8] 对国际遗传评价试验网材料进行稻褐飞虱和稻瘿蚊田间种群抗性鉴定,筛选出一批抗稻褐飞虱和稻瘿蚊的材料,水稻品种 RP1976-18-6-4-2 为代表品种之一。它是抗稻瘿蚊亲本 RP975-109-2 和感虫亲本 ARC6650 杂交选育出的品种。迄今尚未见 RP975-109-2 和 RP1976-18-6-4-2 对褐飞虱和稻瘿蚊的抗性遗传报道。因此,

我们选择 RP1976-18-6-4-2 作为研究对象,评价其对稻褐飞虱和稻瘿蚊不同生物型的抗性,并对其抗性遗传分析,为育成抗这两种害虫的水稻品种提供基因源。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和水稻品种

供试虫源:稻褐飞虱为室内用 Mudgo 饲养的生物型、用 IR36 饲养的孟加拉型。稻瘿蚊中国型采自广西都安县;中国型采自广西农业科学院试验农场。

供试水稻材料:RP1976-18-6-4-2、TN1、桂华占、IR26、Mudgo、IR36、ASD7、Rathu Heenati (RHT)、Ptb 33、Leuang 152、OB677、IET2911、W1263、Ptb 21、Muey Nawng 62M。除了桂华占来自广西农业科学院水稻研究所,RP1976-18-6-4-2 来自印度外,其余均来自国际水稻研究所。

1.2 抗性鉴定

水稻品种对稻褐飞虱的抗性鉴定采用修订后的标准苗期群体鉴定法^[7]。秧苗3叶时,剔除弱苗,每行留下20株壮苗,罩上透光性良好的虫罩,平均每株接1~2龄若虫5头,

收稿日期: 2004-10-29; 修改稿收到日期: 2005-09-30。

基金项目: 国家973计划资助项目(G2000016209); 广西科学研究与技术开发计划应用基础研究专项资助项目(桂科基0448028); 广西青年科学基金资助项目(桂科青0339018); 国家十五科技攻关计划资助项目(2001BA509B02-08)。

第一作者简介: 黄凤宽(1964-),男,博士,副研究员。

待感虫对照植株枯萎后 7~10 d, 参照国际上使用的统一标准进行逐株定级, 最后计算各品种的平均受害级别。水稻品种对稻瘿蚊的抗性鉴定采用国际稻瘿蚊苗期群体温室筛选法^[9]。秧苗 2~3 叶期, 将育苗盆移至盛有水的水泥池中, 盖上网罩, 每 15~20 苗接入已交配过雌蚊 1 头, 成虫产卵期和幼虫孵化期加盖湿布保湿。接蚊后 20~25 d, 即乙型葱管出现后, 调查各供试品种的标葱率, 以感虫对照种标葱率达 60% 以上为试验有效。按国际通用的稻瘿蚊抗性分级标准进行评级。上述试验均重复 3 次。

1.3 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱和稻瘿蚊的遗传分析

1.3.1 抗性遗传分析研究材料的建立

2001 年晚稻在广西农业科学院植物保护研究所试验田以桂华占为母本配制与 RP1976-18-6-4-2 的杂交组合, 获得 156 粒 F₁ 种子。2002 年早稻种植 F₁ 代 20 株, 以桂华占为父本与 F₁ 进行回交, 产生 BC₁F₁ 种子, 并收获 F₁ 种子产生 F₂ 代。

1.3.2 亲本和各世代材料的抗虫性鉴定

抗虫性鉴定采用 1.2 方法进行。亲本、F₁、F₂ 和 BC₁F₁ 分别用稻褐飞虱生物型、孟加拉型、稻瘿蚊中国型、中国型进行鉴定。对于每一种生物型, 亲本、F₁ 鉴定 40 株苗以上, F₂ 鉴定 500 株苗以上, BC₁F₁ 鉴定 80 株苗以上, 同时设感虫和抗虫对照品种, 感虫对照品种均用 TN1, 抗虫对照品种: 稻褐飞虱生物型为 ASD7、孟加拉型为 RHT; 稻瘿蚊中国型为抗蚊 1 号。亲本和各世代材料对稻褐飞虱生物型、孟加拉型、稻瘿蚊中国型的抗性鉴定于 2003 年 6~7 月间完成, 亲本和各世代材料对稻瘿蚊中国型的抗性鉴定于 2004 年 7~8 月间完成。

2 结果与分析

2.1 RP1976-18-6-4-2 的抗性鉴定

2.1.1 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱生物型、孟加拉型的抗性

应用稻褐飞虱生物型对各品种进行抗性鉴定, TN1、桂华占、IR26、Mudgo 均表现为感虫; IR36、ASD7 表现为中抗; RP1976-18-6-4-2、RHT、Ptb33 表现为抗。应用稻褐飞虱孟加拉型对各品种进行抗性鉴定, TN1、桂华占、IR26、Mudgo、IR36、ASD7 均表现为感虫; RP1976-18-6-4-2、RHT、Ptb33 表现为抗虫 (表 1)。以上结果说明, RP1976-18-6-4-2 抗生物型和抗孟加拉型。

2.1.2 RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊中国型和型的抗性

应用稻瘿蚊中国型对各品种进行抗性鉴定, TN1、桂华占、W1263、Ptb 21、Muey Nawng 62M 均表现为感虫; RP1976-18-6-4-2、Leuang 152、OB677、IET2911 表现为抗虫。应用稻瘿蚊中国型对各品种进行抗性鉴定, 除了 RP1976-18-6-4-2 表现为抗虫外, 其余品种均表现为感虫 (表 2)。以上结果说明, RP1976-18-6-4-2 抗稻瘿蚊中国型和抗中国型。

2.2 RP1976-18-6-4-2 的抗性遗传分析

2.2.1 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱生物型的抗性遗传

桂华占和 RP1976-18-6-4-2 杂交后代, 应用稻褐飞虱生物型进行抗性鉴定, F₁ 代植株均表现为抗虫; F₂ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 13:3; BC₁ 代抗虫植株和感虫植株

表 1 水稻品种对稻褐飞虱生物型和孟加拉型的抗性

Table 1. Resistance of rice varieties to the biotype and biotype Bangladesh of the brown planthopper.

水稻材料 Rice material	抗性基因 Resistance gene	各品种的平均受害级别 Average damage score/ Grade	
		生物型 Biotype	孟加拉型 Biotype Bangladesh
RP1976-18-6-4-2	未知 Unknown	2.30	2.47
TN1	无 None	9.00	9.00
桂华占 Guihuazhan	无 None	8.97	9.00
IR26	<i>Bph1</i>	8.53	9.00
Mudgo	<i>Bph1</i>	6.97	8.40
IR36	<i>bph2</i>	4.30	8.73
ASD7	<i>bph2</i>	4.43	6.53
Rathu Heenati	<i>Bph3</i>	2.73	2.87
Ptb 33	<i>bph2</i> , <i>Bph3</i>	2.03	1.73

表 2 水稻品种对稻瘿蚊中国型和型的抗性

Table 2. Resistance of rice varieties to the gall midge type and .

水稻材料 Rice material	抗性基因 Resistance gene	中国型	中国型
		China type	China type
RP1976-18-6-4-2	未知 Unknown	抗 R	抗 R
TN1	无 None	感 S	感 S
桂华占 Guihuazhan	无 None	感 S	感 S
Leuang 152	<i>Gm2</i>	抗 R	感 S
OB677	<i>Gm4</i>	抗 R	感 S
IET2911	<i>Gm2</i>	抗 R	感 S
W1263	<i>Gm1</i>	感 S	感 S
Ptb 21		感 S	感 S
Muey Nawng 62M		感 S	感 S

R, Resistant; S, Susceptible.

的比例为 1:1。结果表明 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱生物型的抗性由 1 对显性基因和 1 对隐性基因控制 (表 3)。

2.2.2 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱孟加拉型的抗性遗传

桂华占和 RP1976-18-6-4-2 杂交后代, 应用稻褐飞虱孟加拉型进行抗性鉴定, F₁ 代植株均表现为抗虫; F₂ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 13:3; BC₁ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 1:1。结果表明 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱孟加拉型的抗性由 1 对显性基因和 1 对隐性基因控制 (表 3)。

2.2.3 RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊中国型的抗性遗传

桂华占和 RP1976-18-6-4-2 杂交后代, 应用稻瘿蚊中国型进行抗性鉴定, F₁ 代植株均表现为抗虫; F₂ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 3:1; BC₁ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 1:1。结果表明 RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊中国型的抗性是由 1 对显性基因控制的 (表 3)。

2.2.4 RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊中国型的抗性遗传

桂华占和 RP1976-18-6-4-2 杂交后代, 应用稻瘿蚊中国型进行抗性鉴定, F₁ 代植株均表现为抗虫; F₂ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 3:1; BC₁ 代抗虫植株和感虫植株的比例为 1:1。结果表明 RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊中国型的抗性是由 1 对显性基因控制的 (表 3)。

3 讨论

本研究结果表明, 水稻品种 RP1976-18-6-4-2 抗稻褐飞虱生物型、孟加拉型及稻瘿蚊中国型和型, 它对

表3 RP1976-18-6-4-2 对稻褐飞虱生物型、孟加拉型及稻瘿蚊中国型、中国型的抗性遗传分析

Table 3. Genetic analysis on resistance of RP1976-18-6-4-2 to biotype, biotype Bangladesh of the brown planthopper, and China type, China type of rice gall midge.

生物型 Biotype	杂交组合 Combination	世代 Generation	抗虫株数 No. of resistant plants	感虫株数 No. of susceptible plants	期望比例 Ratio of expected segregation	χ^2
稻褐飞虱 生物型 Brown planthopper Biotype	桂华占 Guihuazhan (GHZ) RP1976-18-6-4-2 (RP) GHZ/ RP	亲本 Parent	0	45		
		亲本 Parent	46	0		
		F ₁	40	0		
		F ₂	436	88	13/3	1.3161
		BC ₁	47	38	1/1	0.9530
孟加拉型 Biotype Bangladesh	桂华占 Guihuazhan (GHZ) RP1976-18-6-4-2 (RP) GHZ/ RP	亲本 Parent	0	46		
		亲本 Parent	44	0		
		F ₁	42	0		
		F ₂	525	99	13/3	3.4083
		BC ₁	46	34	1/1	1.8000
稻瘿蚊 中国型 Rice gall midge China type	桂华占 Guihuazhan (GHZ) RP1976-18-6-4-2 (RP) GHZ/ RP	亲本 Parent	0	58		
		亲本 Parent	60	0		
		F ₁	47	0		
		F ₂	478	176	3/1	1.2743
		BC ₁	52	44	1/1	0.6667
中国型 China type	桂华占 Guihuazhan (GHZ) RP1976-18-6-4-2 (RP) GHZ/ RP	亲本 Parent	0	60		
		亲本 Parent	58	0		
		F ₁	46	0		
		F ₂	423	152	3/1	0.6313
		BC ₁	48	36	1/1	1.7143

$\chi^2_{0.05} = 3.84$.

稻褐飞虱生物型和孟加拉型的抗性是由1对显性基因和1对隐性基因控制的,对稻瘿蚊中国型、中国型的抗性是由1对显性基因控制的。不过,该品种所携有的抗性基因与已报道命名的抗稻褐飞虱和稻瘿蚊基因间的等位关系尚不明确,需作进一步的等位性遗传分析研究,以验证其是否为新的抗性基因。

许多研究表明,具有中等抗性的抗虫品种或由多基因控制的抗虫品种比由单个主基因控制的抗虫品种表现出更持久的抗性。如含有2个抗虫基因的抗虫品种 Pt b 33(含 *bph2* 和 *Bph3*) 和同时含有主基因与微效基因的抗虫品种 IR64,其抗性明显较强而持久^[10-12]。而具有单个抗稻褐飞虱主基因的抗虫品种,在种植这些品种的地区有效地抑制了稻褐飞虱的为害,但这些品种种植几年后即丧失抗性。如1973年IRRI推出了具有 *Bph1* 基因的抗虫品种 IR26,1976年育成了IR36等具有 *bph2* 的抗虫品种,目前这些品种的抗性均已丧失;1982年IRRI又育成了IR56等含有 *Bph3* 的抗虫品种,但近年的调查结果表明,稻褐飞虱已适应了具 *Bph3* 的抗虫品种^[4]。本研究发现,水稻品种 RP1976-18-6-4-2 对多种稻褐飞虱生物型具有抗性和以1对显性基因和1对隐性基因遗传,以其作为抗虫亲本,可以选育出持久抗虫品种,对延缓抗虫品种的退化年限和防止稻褐飞虱新生生物型的发生将起很大的作用。

RP1976-18-6-4-2 对稻瘿蚊以显性单基因遗传,这对育种过程中利用这一资源是极为有利的。通过杂交、回交等常规育种手段可以比较容易地将其抗虫基因转育到其他高产、优质、抗病、带有恢复基因的水稻品种中,从而培育出对稻瘿蚊具有抗性的优良品种(组合),为该虫的综合防治提供更为有效的方法。

参考文献:

- [1] 李青,罗善昱,师翱翔,等. 褐稻虱生物型的监测和控制对策. 昆虫学报,1997,40(增刊):139-146.
- [2] 黄凤宽,罗善昱,韦素美,等. 褐飞虱生物型的监测及其对鉴别品种致害性分析. 西南农业大学学报,1998,20(5):427-431.
- [3] 韦素美,黄凤宽,罗善昱,等. 广西稻瘿蚊生物型测定及抗源评价利用. 广西农业生物科学,2003,22(1):10-15.
- [4] 苏昌潮,程遐年,翟虎渠,等. 水稻抗褐飞虱遗传和育种研究. 杂交水稻,2003,18(4):1-6.
- [5] Li R B, Qin X Y, Wei S M, et al. Identification and genetics of resistance against brown planthopper in a derivative of wild rice, *Oryza rufipogon* Griff. *J Genet & Breeding*, 2002, 56: 29-36.
- [6] Shrivastava M N, Kumar A, Bhandarkar S, et al. A new gene for resistance in rice to Asian rice gall midge (*Orseolia oryzae* Wood Mason) biotype 1 population at Raipur, India. *Euphytica*, 2003, 130: 143-145.
- [7] 李青,罗善昱,韦素美,等. 国际水稻遗传评价试验网材料的抗性鉴定. 广西农业科学,1992(6):268-271.
- [8] 韦素美,黄凤宽,师翱翔,等. 外引水稻品种抗稻瘿蚊鉴定. 广西农业科学,1994(1):26-29.
- [9] 韦素美,黄凤宽,罗善昱,等. 广西水稻新品种(系)及稻种资源对稻瘿蚊的抗性分析. 广西农业科学,2003(3):47-48.
- [10] Alam S N, Cohen M B. Durability of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resistance in rice variety IR64 in greenhouse selection studies. *Entomol Exp Appl*, 1998, 89: 71-78.
- [11] Cohen M B, Alam S N, Medina E B, et al. Brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resistance in rice cultivar IR64: mechanism and role in successful *N. lugens* management in central Luzon, Philippines. *Entomol Exp Appl*, 1997, 85: 221-229.
- [12] Sidhu G S, Khush G S. Genetic analysis of brown planthopper resistance in twenty varieties of rice, *Oryza sativa* L. *Theor Appl Genet*, 1978, 53: 199-203.