

DOI: 10.3724/SP.J.1006.2009.00795

## 不同水稻品种对褐飞虱的耐虫特性研究

陈建明<sup>1</sup> 俞晓平<sup>1</sup> 程家安<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 浙江杭州 310021; <sup>2</sup> 浙江大学农业与生物技术学院, 浙江杭州 310029

**摘要:** 褐飞虱是中国水稻生产上最主要的害虫之一, 以褐飞虱的耐虫性指数和抗生性指数以及 F<sub>1</sub> 代种群繁殖率评价 10 个水稻品种耐虫特性。结果显示, 在水稻三叶期接入 8 头褐飞虱低龄(1~2 龄)若虫为害时, 品种间的耐虫性差异明显, 汕优 63、秀水 11、培矮 64S/32E、Triveni、Utri Rajapan、嘉育 948、ASD7 等品种的耐虫指数大于抗生性指数, 尤其是汕优 63 品种; 而 IR64、Rathu Heenati 品种的耐虫指数明显小于抗生性指数。若用高龄(3~4 龄)若虫为害, 多数品种的耐虫指数上升。同一品种, 成株期的耐虫指数高于苗期。试验进一步表明, 当 TN1、秀水 11 稻株枯死时, 汕优 63、培矮 64S/E32、嘉育 948、Triveni、Utri Rajapan 中等受害, ASD7 和 IR64 轻度受害, Rathu Heenati 无受害症状。从褐飞虱 F<sub>1</sub> 代数来看, 汕优 63、培矮 64S/E32 与秀水 11、TN1 无显著差异, 且均高于其他品种; 嘉育 948、Triveni、Utri Rajapan 显著高于 ASD7, 后者又极显著高于 IR64 和 Rathu Heenati。这些结果表明, 汕优 63、秀水 11、TN1 属感虫品种, 无耐虫性和抗生性, 培矮 64S/E32、Triveni、Utri Rajapan 属强耐虫性品种, IR64、Rathu Heenati 属强抗生性品种, ASD7、嘉育 948 属耐虫性较强、抗生性较弱的品种。说明利用本文的评价方法基本上可以确定水稻品种的耐虫特性, 这对耐虫品种的选育以及对褐飞虱可持续治理和保持品种抗性的稳定有着重要的现实意义。

**关键词:** 水稻品种; 褐飞虱; 耐虫特性; 种群参数

## Evaluation for Tolerance Characteristics of Different Rice Varieties to Brown Planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stål

CHEN Jian-Ming<sup>1</sup>, YU Xiao-Ping<sup>1</sup>, and CHENG Jia-An<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; <sup>2</sup> College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

**Abstract:** Brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stål, is one of the most serious insect pests of rice in China and other southeast Asia countries. In the paper, tolerance characteristics of 10 different rice varieties was analyzed using tolerance index, antibiosis index, functional plant loss index (FPLI) and population number of BPH F<sub>1</sub> generation at rice seedling and adult stages. The results showed that when plants were infested by eight 1–2 instars and 3–4 instars BPH nymphs at seedling stage, respectively, the plants of different varieties expressed some difference in tolerance levels. Tolerance indexes of these varieties including Shanyou 63, Xiushui 11, Pei'ai 64S/E32, Triveni, Utri Rajapan, ASD7, and Jiayu 948 were greater than their antibiosis indexes, Especially for Shanyou 63. While tolerance index of IR64, Rathu Heenati was obviously less than antibiosis index. When rice plants were infected with 3–4 instar nymphs, its tolerance index increased. For the same variety, tolerance index at adult stage was obviously higher than that at seedling stage. Under the infection by same number of BPH, the plants of varieties Xiushui 11 and TN1 died (9 level), Pei'ai 64S/E32, Shanyou 63, Jiayu 948, Triveni, and Utri Rajapan plants expressed middle damage level (3–5 level), ASD7 and IR64 less damage level (<3 level), Rathu Heenati no damage. Population number of BPH on Xiushui 11, Shanyou 63 and Pei'ai 64S/E32 had no obvious difference from that on TN1, and was significantly higher than that on other varieties, with that on Jiayu 948, Triveni, Utri Rajapan > that on ASD7 > that on Rathu Heenati. These results above mentioned indicated that TN1, Shanyou 63, and Xiushui 11 are susceptible, has no tolerance and antibiosis characteristics; Pei'ai 64S/E32, Triveni, and Utri Rajapan belongs to the group of stronger tolerance; IR64, Rathu Heenati are of high antibiosis; ASD7 and Jiayu 948 belongs to the group of both tolerance and antibiosis. Therefore, it is concluded that tolerance characteristics of different rice varieties will be determined by the method using in the paper. This will provide a useful screening method in tolerant varieties breeding and be of important significance to sustainable management of BPH.

**Keywords:** Rice variety; *Nilaparvata lugens*; Tolerance characteristics; Population parameter

本研究由浙江省自然科学基金项目(301238)和国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD08A04)资助。

第一作者联系方式: E-mail: chenjm63@yahoo.com.cn

Received(收稿日期): 2008-09-10; Accepted(接受日期): 2008-12-13.

褐飞虱 [*Nilaparvata lugens* (Stål)] 是中国各稻区发生最严重的害虫之一, 对水稻生产构成极大的威胁。中国自 20 世纪 80 年代初大面积推广带有抗虫基因 *Bph1* 的水稻品种以来, 大大抑制了水稻褐飞虱的为害。但由于抗虫品种对褐飞虱造成的压力以及迁入虫源的变化, 我国褐飞虱的致害性发生了变化, 在很大程度上影响到已推广的抗虫品种寿命。许多学者评价了水稻品种对褐飞虱的抗虫性及褐飞虱致害性的变异规律<sup>[1-4]</sup>。陶林勇<sup>[5]</sup>利用成株期的持抗性鉴定方法初步评价了不同水稻品种对褐飞虱为害的耐虫性。耐虫品种的推广与应用不仅可以减少害虫生物型产生的可能性, 又能延缓品种抗性退化速率, 为在老品种的抗性丧失和新抗性品种的释放之间“赢得时间”。由于耐虫品种还能提高生物防治因子在作物保护系统中的作用, 所以应用耐虫品种既可减少化学农药的使用次数, 又能增强对天敌的控害作用, 从而纳入水稻害虫的综合防治体系<sup>[6-7]</sup>。因此, 作物耐虫特性的研究对水稻抗虫育种、制订防治指标和害虫综合治理具有非常重要的指导意义。

有意识地进行耐虫育种必须有一个准确、简便和快速的筛选方法, 主要是寻找能准确表示植株受害的参数。最可靠的参数是作物产量的损失, 但测产工作十分烦琐和费时。笔者曾对植物耐虫性的研究方法、影响耐虫性表达的因子以及耐虫机理等进行全面系统的综述<sup>[8-9]</sup>。目前, 国内外一些学者采用植物功能损失指数(functional plant loss index, FPLI)测定水稻品种对褐飞虱、白背飞虱的耐虫性反应<sup>[10-12]</sup>。本文采用 FPLI 法和耐虫指数并结合褐飞虱  $F_1$  代的种群繁殖结果来评价水稻品种对褐飞虱的耐虫特性, 旨在为水稻耐虫品种的选育提供方法, 为实现可持续控制褐飞虱种群提供基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

水稻品种 汕优 63、秀水 11、培矮 64S/E32、嘉育 948、IR64、Triveni、Utri Rajapan、TN1、ASD7、Rathu Heenati。

采用中国水稻研究所温室感虫品种 TN1 苗上饲养越冬的褐飞虱虫源(上年迁入稻田的种群), 并在 TN1 上繁殖 2 代后的 1~2 龄和 3~4 龄若虫。

### 1.2 方 法

1.2.1 水稻品种对褐飞虱的耐虫性指数和抗性指数的测定 试验分别在水稻苗期和成株期进行。

苗期在盆栽水稻生长到 3 叶期时, 按每株 8 头密度分别接入褐飞虱 1~2 龄若虫和 3~4 龄若虫, 以不接虫为对照。成株期将所有供试水稻品种移栽在塑料盆钵(直径 18 cm)中, 每钵栽入 3 株 5 叶龄左右的水稻秧苗, 1 穴 1 株。肥水管理按常规进行, 当苗龄为 50 d 左右时, 每丛留 1 主茎和 1 分蘖, 罩以透明塑料罩(上端锥形, 中间粘有纱网通风), 按每株 40 头接入褐飞虱 3~4 龄若虫, 以不接虫为对照。试验重复 6 次。参照陈建明等<sup>[2]</sup>的稻苗受害等级评价, 当 TN1 受害达 7~9 级时(即苗期接虫后约 5 d, 成株期接虫后约 7 d), 目测各品种的受害程度, 同时收集各处理中所有的褐飞虱和水稻植株(包括根部)放在 60℃ 烘箱内烘干至恒重, 电子天平分别称重。用 Panda 等<sup>[10]</sup>改进的植物功能损失指数(FPLI)估计水稻品种对褐飞虱的耐虫性反应。植物功能损失指数 =  $100 - (\text{受害植株干重} / \text{未受害植株干重}) \times (1 - \text{受害级别} / 9) \times 100$ , 并以 FPLI 为 Y 轴, 飞虱的平均干重为 X 轴, 绘出散点图, 进行抗生性和耐虫性的相对成分分析<sup>[11]</sup>。参考 Cohen 等<sup>[12]</sup>的方法计算, 耐虫指数 = 供试水稻品种上的褐飞虱干重 / 感虫对照水稻品种上的褐飞虱干重, 抗性指数 =  $1 - \text{耐虫指数}$ 。

1.2.2 不同水稻品种上褐飞虱  $F_1$  代种群数量的比较测定 将所有供试品种移栽在塑料盆钵(直径 18 cm)中, 每钵栽入 3 株 5 叶龄左右的水稻秧苗, 1 穴 1 株, 肥水管理按常规进行。当水稻生长至分蘖末期时每丛罩以透明塑料罩(中间粘有纱网通风, 上端锥形), 按 20 头/丛接入褐飞虱 3~4 龄若虫(根据预备试验结果), 当褐飞虱取食繁殖 25 d (大约发育到下代 3~4 龄若虫, 但各品种间若虫龄期大小略有不同)时检查各品种各盆钵上的褐飞虱虫口数量, 并对稻株的受害程度进行分级。试验重复 6 次, 在 9 月份的温室(光照时间 12 h, 自然温度)内进行。

1.2.3 数据处理与分析 先将百分数进行反正弦转化, 计数属性的数据用平方根转换, 采用软件 Microsoft Excel 2000 和 DPS<sup>[13]</sup>分析数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 水稻苗期对褐飞虱的耐虫性

在水稻苗期按 8 头/株的密度接入褐飞虱 1~2 龄若虫为害后, 各品种表现出的抗性程度差异大(表 1)。汕优 63、秀水 11、培矮 64S/32E、Triveni、Utri Rajapan、嘉育 948 等品种的耐虫指数大于抗性指数, 尤其是汕优 63 的耐虫指数远远大于抗性指数;

表 1 水稻苗期对褐飞虱为害的耐虫指数和抗性指数比较  
Table 1 Tolerance and antibiosis index of rice plants at seedling stage to *Nilaparvata lugens* damage

水稻品种 Rice variety	1~2 龄若虫 1-2 instar			3~4 龄若虫 3-4 instar		
	褐飞虱干重 Dry weight of BPH (mg insect <sup>-1</sup> )	耐虫指数 Tolerance index	抗性指数 Antibiosis index	褐飞虱干重 Dry weight of BPH (mg insect <sup>-1</sup> )	耐虫指数 Tolerance index	抗性指数 Antibiosis index
TN1	0.2320±0.0107 aA			0.5214±0.0118 aA		
汕优 63 Shanyou 63	0.2162±0.0059 abAB	0.9565	0.0435	0.4814±0.0163 abA	0.9412	0.0588
秀水 11 Xiushui 11	0.1862±0.0060 cBC	0.8261	0.1739	0.4841±0.0122 abA	0.9412	0.0588
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/E32	0.1873±0.0089 cBC	0.8261	0.1739	0.5100±0.0231 abA	0.9804	0.0196
Triveni	0.2154±0.0101 abAB	0.8696	0.1304	0.4967±0.0145 abA	0.9608	0.0392
Utri Rajapan	0.1914±0.0112 bcABC	0.8261	0.1739	0.4500±0.023 bAB	0.8824	0.1176
嘉育 948 Jiayu 948	0.1751±0.0042 cC	0.7826	0.2174	0.3887±0.0297 cBC	0.7647	0.2353
IR64	0.1178±0.0100 dD	0.4348	0.5652	0.2800±0.0115 dDE	0.4902	0.5098
ASD7	0.1172±0.0054 dD	0.5217	0.4783	0.3397±0.014 cCD	0.5882	0.4118
Rathu Heenati	0.0813±0.0059 eE	0.3478	0.6522	0.2563±0.0179 dE	0.4314	0.5686

BPH: brown planthopper.

ASD7 的耐虫指数略大于抗性指数。IR64、Rathu Heenati 的耐虫指数明显小于抗性指数。

在水稻苗期接相同密度的褐飞虱 3~4 龄若虫为害后, 各品种表现出的抗性程度又与接 1~2 龄若虫为害的结果不一样。秀水 11、培矮 64S/32E、Triveni、Utri Rajapan 等品种的耐虫性明显上升, 而抗性指数明显下降; 嘉育 948、汕优 63 的耐虫指数有所下降。IR64、ASD7 和 Rathu Heenati 的耐虫指数也有所提高。说明在水稻苗期接入虫量相同、虫龄不同的褐飞虱若虫为害, 表现的耐虫水平明显不同, 在接入高龄若虫为害时, 大多数品种的耐虫指数提高, 抗性指数下降。说明, 害虫为害压力的不同影响水稻植株的耐虫性水平。

## 2.2 水稻成株期对褐飞虱的耐虫性

在水稻分蘖末期按 40 头/株接入褐飞虱 3~4 龄若虫为害后, 不同品种表现出的抗性水平差异较大(表 2)。同一品种, 随着苗龄从苗期到成株期, 其耐虫指数明显上升, 抗性指数明显下降(表 1 和表 2)。说明水稻植株生育期对褐飞虱的耐虫性有一定影响。

进一步以褐飞虱平均干重为 X 轴, 稻株功能损失指数为 Y 轴作图, 进行耐虫性和抗性相对成分分析。图 1 中回归线与褐飞虱平均干重的垂直线把所有的点分为 4 类, 左上区域表示抗性显耐虫性缺, 右上区域为抗性和耐虫性均缺, 左下区域为抗性性与耐虫性皆显, 右下区域为耐虫性显抗性

表 2 水稻成株期对褐飞虱为害的耐虫指数和抗性指数比较  
Table 2 Tolerance and antibiosis index of rice plants at adult stage to *Nilaparvata lugens* damage

水稻品种 Rice variety	褐飞虱干重 Dry weight of BPH (mg insect <sup>-1</sup> )	耐虫指数 Tolerance index	抗性指数 Antibiosis index
TN1	0.5160± 0.0087 a A		
汕优 63 Shanyou 63	0.5098± 0.0160 a A	0.9880	0.0120
秀水 11 Xiushui 11	0.5036± 0.0128 a A	0.9760	0.0240
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/E32	0.5358± 0.0148 a A	0.9984	0.0016
Triveni	0.4925± 0.0120 a A	0.9545	0.0455
Utri Rajapan	0.5109± 0.0081 a A	0.9901	0.0099
嘉育 948 Jiayu 948	0.3530± 0.0104 b B	0.6841	0.3159
IR64	0.2536± 0.0061 c C	0.4915	0.5085
ASD7	0.3683± 0.0138 b B	0.7138	0.2862
Rathu Heenati	0.2278± 0.0137 c C	0.4415	0.5585

缺。Rathu Heenati 品种分布在第 I 象限, 表现强抗生性; ASD7、IR64、嘉育 948 品种分布在第 I、III 象限, 且靠近回归线, 表现抗生性为主, 兼有一定的耐虫性成分; TN1、汕优 63、秀水 11 均分布在第 II 象限, 为感虫品种, 无耐虫性和抗生性成分; Utri Rajapan 和培矮 64S/E32 分布在第 IV 象限, 为强耐虫性品种; Triveni 品种多数点在第 IV 象限, 少数在第 III 象限, 表现为既有耐虫性又有抗生性。

### 2.3 不同水稻品种上褐飞虱 F<sub>1</sub> 代种群数量的比较

图 2 表示不同水稻品种受到相同虫量的褐飞虱

为害后稻株的受害等级, TN1、秀水 11 的受害程度在 8 级以上, 稻株基本枯死, 培矮 64S/E32、汕优 63、嘉育 948、Triveni、Utri Rajapan 的受害级别居中(约为 3~5 级), 稻株部分受害, ASD7 和 IR64 表现轻度受害症状(受害级别 < 3 级), Rathu Heenati 生长正常无受害症状。

图 3 表示褐飞虱在不同水稻品种上繁殖一代后的种群数量, 秀水 11、汕优 63、培矮 64S/E32 上的褐飞虱数量与 TN1 无显著差异, 且均显著高于其他品种上的虫量; 而嘉育 948、Triveni、Utri Rajapan

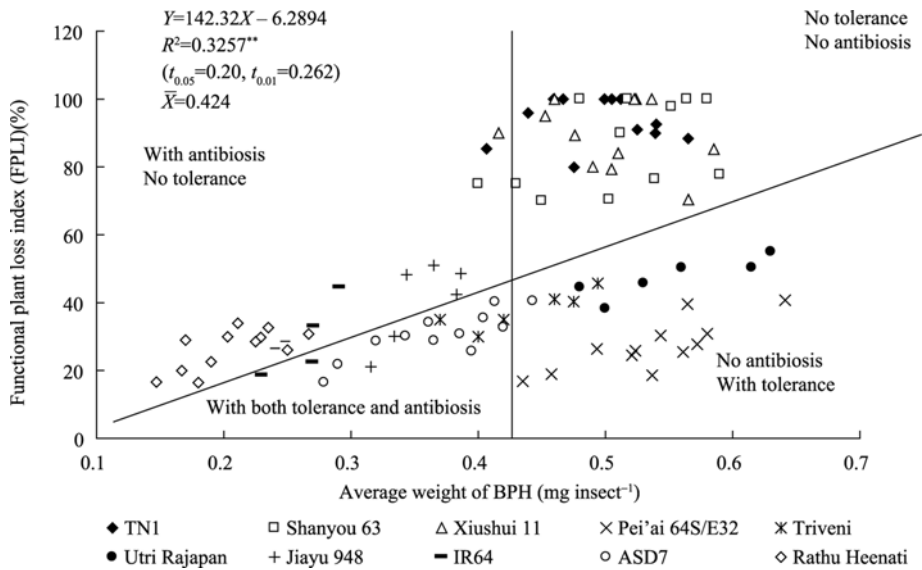


图 1 不同水稻品种成株期抗生性和耐虫性的相对成分分析图

Fig. 1 Relative component analysis of antibiosis and tolerance of rice plants at adult stage

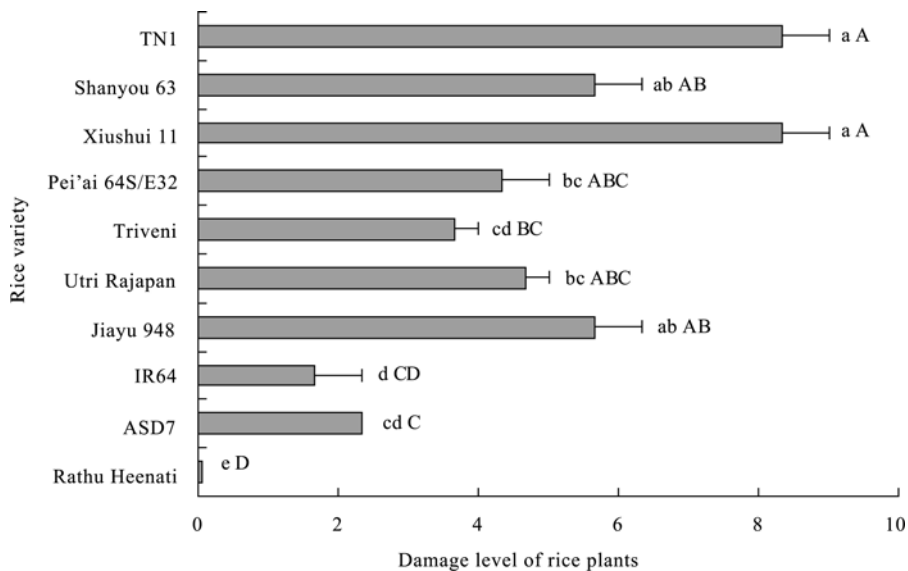


图 2 褐飞虱为害后不同水稻品种的受害级别比较

Fig. 2 Damage levels of rice plants after BPH feeding

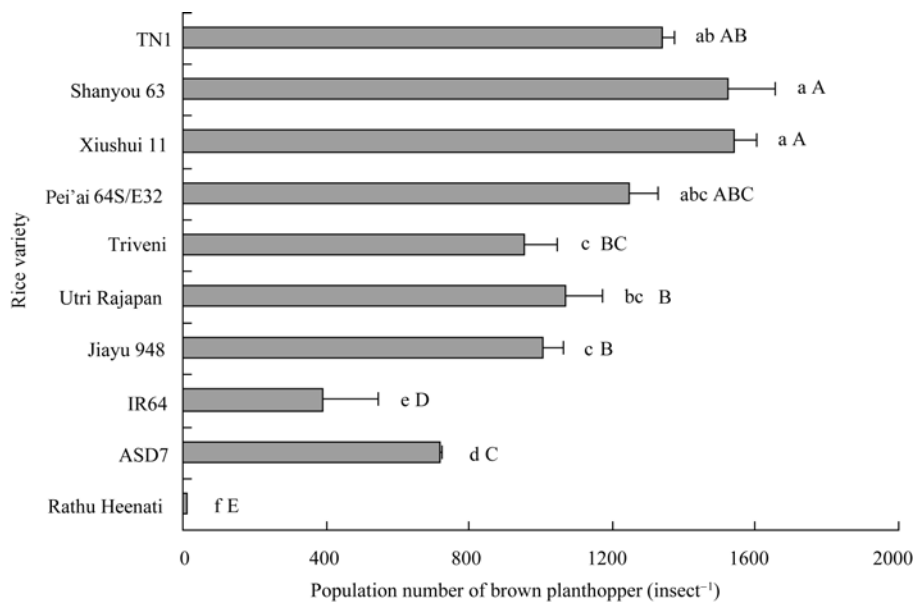


图 3 不同水稻品种上褐飞虱种群数量的比较

Fig. 3 Population number of BPH fed on different rice varieties

显著高于 ASD7, 后者又极显著高于 IR64 和 Rathu Heenati。进一步说明, 秀水 11 与 TN1 一样属于感虫品种, 无耐虫性和抗性; 培矮 64S/E32、汕优 63、嘉育 948、Triveni、Utri Rajapan 有强耐虫性; ASD7 有一定的耐虫性, IR64 和 Rathu Heenati 耐虫性较弱、抗性较强。

### 3 讨论

植物耐虫性是植物凭借其生长、繁殖机能健壮, 在受到与感虫品种上相同数量害虫的为害时, 表现出具有忍受或补偿的能力。耐虫性是植物的一种防御策略, 它反映出在植食性昆虫取食为害后植物能够再生长和再繁殖的能力<sup>[14]</sup>。耐虫性不同于忌避性和抗性。植物抗性包括植物对害虫的存活、发育和繁殖等方面的不利影响或作用, 直至使入侵的害虫死亡。许多研究表明, 取食抗虫品种的褐飞虱, 其若虫死亡率高, 发育历期延长, 成虫羽化率低, 寿命缩短, 繁殖力下降, 种群趋势指数低, 栖息率和嗜好性显著下降<sup>[15-20]</sup>。表明该抗虫品种对褐飞虱具有强抗性。我们的试验数据表明, 在 Rathu Heenati、IR64、ASD7 品种上褐飞虱若虫历期明显延长, 取食量、产卵量、存活率显著下降; 而在培矮 64S/E32、Triveni、Utri Rajapan 和嘉育 948 品种上这些指标与感虫品种无明显差异(陈建明, 未发表资料)。结合本试验进一步说明, 汕优 63、秀水 11、TN1 属感虫品种, 无耐虫性和抗性成分, 培矮 64S/

E32、Triveni、Utri Rajapan 属于耐虫性强、抗性弱的品种, IR64、Rathu Heenati 属于抗性较强、耐虫性弱的品种, ASD7、嘉育 948 属于耐虫性较强、抗性较弱的品种。

Ho 等<sup>[21]</sup>、Panda 和 Heinrichs<sup>[10]</sup>研究认为 Triveni、Utri Rajapan 对褐飞虱生物型 II 有一定的耐虫性, Cohen 等<sup>[12]</sup>的研究也表明, IR64 以抗性为主, 有一些耐虫特性。造成不同学者之间结果不一致的原因, 可能主要是供试的褐飞虱虫源性质、接虫量、试验虫龄、水稻品种的苗龄、稻苗的营养状况以及环境因子如温度等条件不一致, 使得同一水稻品种在不同地点、不同试验时间的结果有时无法进行比较, 这给水稻品种的耐虫性筛选和评价工作带来很大困难, 这在本文的试验中得到验证。本文通过耐虫性指数、抗性指数、植物功能损失指数(表 1、表 2 和图 1)和水稻受害级别以及不同水稻品种上褐飞虱 F<sub>1</sub> 代种群数量的变化(图 2 和图 3)评价了水稻品种对褐飞虱的耐虫特性, 其结果与田间的抗、耐虫水平表现一致, 说明利用本文的评价方法基本上可以确定某个水稻品种的耐虫特性, 这对水稻耐虫品种的选育以及对褐飞虱可持续治理和保持品种抗性的稳定有着重要的现实意义。

为了正确评价植物的耐虫性, 昆虫学家们应用了不同的研究方法, 但植物耐虫性的评价需要与抗性和忌避性完全不同的技术。目前已研究出多种技术用以评价与耐虫性有关的植物特征, 这些特征

包括植株的生长量、存活率(被害率)、产量损失以及植株体内某些生理生化指标等方面,同时根据害虫在植株上的生物习性,包括取食行为、取食量、生长发育、成若虫寿命和产卵量等进行植物耐虫性的筛选<sup>[8,22-24]</sup>。虽然产量损失率是评价品种耐虫性的最可靠方法,但试验时间长、工作量大、用地面积大,不宜用于大量品种的鉴定与评价。植物生理生化指标和昆虫取食行为虽工作量小,但还没有具体的量化指标和实际应用的准确性。本文利用水稻植株的生长量、受害等级和褐飞虱的种群繁殖率来评价水稻品种的耐虫性,其评判时间较短,准确性较高。

#### 4 结论

利用耐虫指数、抗性指数、植物功能损失指数和植株受害级别与褐飞虱  $F_1$  代种群数量关系可以确定水稻品种的耐虫特性,并明确了汕优 63、秀水 11 与 TN1 均属感虫品种,无耐虫性和抗性,培矮 64S/E32、Triveni、Utri Rajapan 属强耐虫性品种,IR64、Rathu Heenati 属强抗性品种,ASD7、嘉育 948 属耐虫性较强、抗性较弱的品种。

#### References

- [1] Wang R-F(王荣富), Zhang C-L(张成林), Zou Y-D(邹运鼎), Lü L(吕亮), Cheng X-N(程遐年). Effect of rice variety resistance on population dynamics of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera*. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2000, 11(6): 861–865 (in Chinese with English abstract)
- [2] Chen J-M(陈建明), Yu X-P(俞晓平), Cheng J-A(程家安), Lü Z-X(吕仲贤), Zheng X-S(郑许松), Xu H-X(徐红星). Resistance screening and evaluation of newly-bred rice varieties (lines) to the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Chin J Rice Sci* (中国水稻科学), 2005, 19(6): 573–576 (in Chinese with English abstract)
- [3] Chen F(陈峰), Fu Q(傅强), Gui L-Y(桂连友). Study progress on resistance of rice varieties to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål and its virulence variations. *J Yangtze Univ* (Nat Sci Edn) (长江大学学报·自然科学版), 2008, 5(1): 5–10 (in Chinese with English abstract)
- [4] Wang C-Z(王传之), Yu J(于洁), Pei Q-L(裴庆利), Liu P-Q(刘丕庆), Cai Z-Q(蔡中全), Zhang L(张磊), Wu S-M(吴世民). Research progress on breeding of rice varieties for resistance to brown planthopper. *J Anhui Agric Sci* (安徽农业科学), 2008, 36(8): 3170–3173 (in Chinese with English abstract)
- [5] Tao L-Y(陶林勇). Studies on screening techniques of resistance of rice varieties to brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stål. *Acta Agric Zhejiangensis* (浙江农业学报), 1995, 7(6): 443–447 (in Chinese with English abstract)
- [6] Yu X-P(俞晓平), Wu G-R(巫国瑞), Hu C(胡萃). Studies on the tolerance and antibiosis nature of rice varieties to whitebacked planthopper. *J Plant Prot* (植物保护学报), 1990, 17(4): 327–330 (in Chinese with English abstract)
- [7] Kartohardjono A, Heinrichs E A. Populations of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae), and its predators on rice varieties with differing levels of resistance. *Environ Entomol*, 1984, 13: 359–365
- [8] Chen J-M(陈建明), Yu X-P(俞晓平), Cheng J-A(程家安). Study methods of plant tolerance to insect pests. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 2005, 22(4): 449–455 (in Chinese with English abstract)
- [9] Chen J-M(陈建明), Yu X-P(俞晓平), Cheng J-A(程家安), Zheng X-S(郑许松), Xu H-X(徐红星), Lü Z-X(吕仲贤), Zhang J-F(张珏锋), Chen L-Z(陈列忠). Plant tolerance against insect pests and its mechanisms. *Acta Entomol Sin* (昆虫学报), 2005, 48(2): 262–272 (in Chinese with English abstract)
- [10] Panda N, Heinrichs E A. Levels of tolerance and antibiosis in rice varieties having moderate resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). *Environ Entomol*, 1983, 12: 1204–1214
- [11] Chen J-M(陈建明), Yu X-P(俞晓平), Lü Z-X(吕仲贤), Zheng X-S(郑许松), Xu H-X(徐红星), Cheng J-A(程家安), Liu G-J(刘光杰). Tolerance of rice variety to whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* and variation of nutrient components in rice plants. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2003, 14(12): 2246–2250 (in Chinese with English abstract)
- [12] Cohen M B, Alam S N, Medina E B, Bernal C C. Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), resistance in rice cultivar IR64: mechanism and role in successful *N. lugens* management in Central Luzon, Philippines. *Entomol Exp Appl*, 1997, 85: 221–229
- [13] Tang Q-Y(唐启义), Feng M-G(冯明光). Practical Statistics Analysis and DPS Data Treatment System (实用统计分析及其 DPS 数据处理系统), 2nd. Beijing: Science Press, 2002 (in Chinese)
- [14] Strauss S Y, Agrawal A A. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. *Trends Ecol Evol*, 1999, 14: 179–185
- [15] Cheng J-A(程家安), Sun X-L(孙祥良). The effects of rice varieties on population dynamics of brown planthopper. *J Plant Prot* (植物保护学报), 1992, 19 (2): 146–151 (in Chinese with English abstract)
- [16] Chen D-L(陈德利), Zhao S-X(赵士熙), Wu Z-F(吴中孚). The effect of the rice varieties with different resistance on the economics of brown planthopper. *J Fujian Agric For Univ* (Nat Sci Edn) (福建农学院学报·自然科学版), 1993, 22 (2): 168–172 (in Chinese with English abstract)
- [17] Li G-Q(李国清), Wang Y-C(王荫长), Han Z-J(韩召军), Gu Z-Y(顾正远), Xiao Y-F(肖英方). Studies on resistance of rice variety NJ 14 to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål): I. Evaluation of the resistance with life table of laboratory population. *J Nanjing Agric Univ* (南京农业大学学报), 1994, 17(4): 131–133 (in Chinese with English abstract)

- [18] Xiao H-X(肖汉祥), Zhang L-Y(张良佑). Resistance mechanism of *Oryza minuta* to *Nilaparvata lugens*. *Chin J Rice Sci* (中国水稻科学), 2001, 15(1): 77–80 (in Chinese with English abstract)
- [19] Zhu L(朱麟), Gu D-X(古德祥), Zhang G-R(张古忍), You J-P(游金平). Behavioral responses of brown planthopper and white-backed planthopper to BPH-resistant rice varieties. *J Plant Prot* (植物保护学报), 2002, 29(2): 145–151 (in Chinese with English abstract)
- [20] Huang S-S(黄所生), Huang F-K(黄凤宽), Wei S-M(韦素美), Long L-P(龙丽萍), Jiang X-B(蒋显斌), Cheng Z-X(程正新). Influence of various composing proportions of rice brown planthopper biotypes on resistance of rice varieties. *Chin Agric Sci Bull* (中国农学通报), 2006, 22(6): 301–303 (in Chinese)
- [21] Ho D T, Heinrichs E A. Tolerance of the rice variety Triveni to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål). *Environ Entomol*, 1982, 11: 598–602
- [22] Kohyani P T, Bossuyt B, Bonte D, Hoffmann M. Differential herbivory tolerance of dominant and subordinate plant species along gradients of nutrient availability and competition. *Plant Ecol*, 2009, 201: 611–619
- [23] Pilson D. The evaluation of plant response to herbivory: Simultaneously considering resistance and tolerance in *Brassica rapa*. *Evol Ecol*, 2000, 14: 457–489
- [24] González-Teuber M, Gianoli E. Tolerance to simulated herbivory in two populations of *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae). *Acta Oecol*, 2007, 32: 119–123

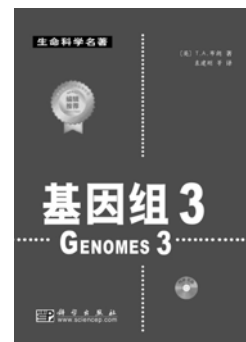
## 科学出版社生物分社新书推介

### 《基因组 3》(译)

(英)T.A.布朗 著 袁建刚 等译

978-7-03-023347-9 ¥98.00 2009 年 2 月出版

《基因组 3》在前两版的基础上对原有内容进行了大量的更新和扩充。本书共包含四大部分内容,分别为研究基因组、基因组结构、基因组功能和基因组的复制及进化。本书以清新而简明的写风格将基因组学的概念、观点和内容与传统的基因分子生物学和分子遗传学研究方法相结合,为基因组作为生命蓝图所起的作用提供了全新的视角。

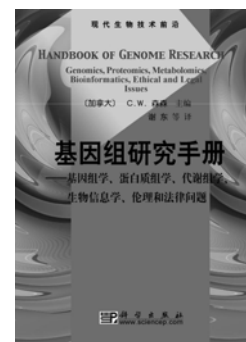


### 《基因组研究手册——基因组学、蛋白质组学、代谢组学、生物信息学、伦理和法律问题》(译)

(加拿大)C.W.森森 主编 谢东 等译

978-7-03-023119-2 ¥95.00 2009 年 3 月出版

本书分为四个部分:第一部分,关键的生物,对“组学”进行了概括介绍;第二部分,基因组和蛋白质组技术,结合应用实例,详细地介绍了基因组学和蛋白质组学的技术发展;第三部分,生物信息学,对这一在组学研究和应用中不可或缺的工具进行了细致全面的阐述;第四部分,伦理、法律和社会问题,归纳和展示了由“组学”的迅速发展所带来的不可避免的社会问题,并开展了多方面、多视角的讨论。



欢迎各界人士邮购科学出版社各类图书(免邮费)

邮购地址:北京东黄城根北街 16 号 科学出版社 科学出版中心 生命科学分社 邮编:100717

联系人:周文字 联系电话:010-64031535

更多精彩图书请登陆网站 <http://www.lifescience.com.cn>, 欢迎致电索要书目