

# 不同水稻品种对褐飞虱为害的耐性和补偿作用评价

陈建明<sup>1,2</sup> 俞晓平<sup>2</sup> 程家安<sup>1</sup> 吕仲贤<sup>2</sup> 郑许松<sup>2</sup> 徐红星<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>浙江大学 应用昆虫学研究所, 浙江 杭州 310029; <sup>2</sup>浙江省农业科学院 植物保护研究所, 浙江 杭州 310021)

## Evaluation for Tolerance and Compensation of Rice Varieties to Infesting of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*

CHEN Jian-ming<sup>1,2</sup>, YU Xiao-ping<sup>2</sup>, CHENG Jia-an<sup>1</sup>, LU Zhong-xian<sup>2</sup>, ZHENG Xu-song<sup>2</sup>, XU Hong-xing<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Applied Entomology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China; <sup>2</sup> Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

**Abstract:** Tolerance and compensation of different rice varieties to infesting of *Nilaparvata lugens* were conducted. Tolerance experimental results indicated that super rice combination Pei'ai 64S/32E had a stronger tolerance to brown planthopper (BPH) feeding, and Jiayu 948 (early indica rice) had both tolerance and antibiosis. Xiushui 11 (japonica rice) and Shanyou 63 (indica hybrid rice) were similar to susceptible check variety TN1 (CK), were not capable of tolerance to BPH feeding, ASD7 and IR64 belonged to antibiosis varieties. Results of rice growth compensation showed that whether by primary tiller removal or with BPH injury, change percentages of plant height, number of tillers, leaf area of the second leaf, dry weight of plants above ground and root activity of Xiu-shui 11 and Shanyou 63 were similar to those of TN1, indicated that Xiushui 11 and Shanyou 63 had no obvious growth compensation. For Pei'ai 64S/32E, plant height, leaf area of the second leaf and chlorophyll content changed insignificantly and number of tillers increased greatly, indicated that this variety had a stronger compensative ability. For Jiayu 948, plant height reduced and number of tillers and leaf area of the second leaf increased obviously, indicated that the variety also had stronger compensation.

**Key words:** rice; variety; *Nilaparvata lugens*; tolerance; compensation; evaluation

**摘要:** 耐虫性测定结果表明, 培矮 64S/32E(超级稻)对褐飞虱为害具有较强的耐虫性, 嘉育 948(籼稻)兼有耐虫性和抗生性, 秀水 11(粳稻)和汕优 63(籼型杂交稻)与 TN1(感虫对照)一样无耐虫性, ASD7、IR64 为抗生性品种。稻株生长补偿作用结果表明, 无论接虫或者剪分蘖处理, 秀水 11 和汕优 63 品种的稻株株高、茎蘖数、倒 2 叶叶面积、植株地上部干重和根系活力(以伤流量表示)的变化率与 TN1 相似, 说明秀水 11 和汕优 63 品种均无明显的补偿作用。培矮 64S/32E 品种的株高、叶面积无明显变化, 茎蘖数大大增加, 叶绿素含量下降率小, 表明它有较强的补偿能力。嘉育 948 的株高减小, 但茎蘖数和叶面积增加, 表现出较强的补偿作用。

**关键词:** 水稻; 品种; 褐飞虱; 耐性; 补偿作用; 评价

**中图分类号:** S433.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7216(2003)03-0265-05

褐飞虱(*Nilaparvata lugens*)是我国各稻区发生最严重的迁飞性害虫之一, 严重威胁着我国的水稻生产<sup>[1]</sup>。实践证明, 抗虫品种的应用是防治褐飞虱最经济有效的途径。但由于抗虫品种对褐飞虱造成的压力及迁入虫源的变化, 我国褐飞虱的生物型发生变化, 在很大程度上影响了已推广的抗虫品种寿命。当前在生产上种植和推广应用的抗性品种绝大多数是抗生性品种, 易对褐飞虱产生选择压力从而导致褐飞虱新的生物型出现。同时, 现行的抗性筛选方法以抗生性为基础, 许多高产优质的水稻品种由于对褐飞虱抗生性差而被淘汰, 一部分淘汰的品种对褐飞虱具有较好的耐性和补偿特性, 在实际大田应用中也能有效地抵御褐飞虱的为害<sup>[2]</sup>。有关研究表明, 水稻分蘖期被二化螟<sup>[3]</sup>、三化螟<sup>[4]</sup>、稻

纵卷叶螟<sup>[5]</sup>为害后光合作用、分蘖数、叶面积明显增加且产量影响不明显。但有关水稻品种对褐飞虱为害的耐性和补偿能力的研究报道很少, 俞晓平等<sup>[6]</sup>研究了水稻品种对白背飞虱的耐虫性机理; Rubia 等<sup>[7]</sup>曾初步研究水稻品种对褐飞虱为害的补偿能力。但稻株叶补偿和分蘖补偿在不同类型水稻品种对褐飞虱的耐虫性中的作用没有得到进一步的研究。明确水稻品种对褐飞虱为害的补偿能力对指导抗虫育种工作和实现褐飞虱的持续控制具有重要

**收稿日期:** 2002-07-11; **修改稿收到日期:** 2002-10-11。

**基金项目:** 中华农业科教基金资助项目(99-03-A-6); 浙江省自然科学基金资助项目(301238)。

**第一作者简介:** 陈建明(1963-), 男, 副研究员, 在职博士研究生。

的现实意义。为此,我们评价了水稻品种对褐飞虱为害的耐性和补偿作用能力。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试虫源:取浙江富阳中国水稻研究所的室内越冬代虫源,在温室内的 TN1 品种上饲养 1~2 代后再取褐飞虱 3~4 龄若虫供试验。

水稻品种:嘉育 948(籼稻)、秀水 11(粳稻)、汕优 63(籼型杂交稻)、培矮 64S/32E(超级稻)、ASD7(籼稻)、IR64(籼稻),TN1、Pt33 分别作为感虫和抗虫对照品种。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 不同水稻品种对褐飞虱的耐虫性测定

所有供试品种移栽在塑料钵钵(直径 18 cm)中,每钵栽入 3 株 5 叶龄左右的水稻秧苗,每穴 1 株。肥水管理按常规进行,当苗龄为播后 50 d 左右的时候,每丛留 1 主茎和 1 分蘖,罩以透明塑料罩(中间粘有纱网通风,上端锥形),按 40 头/株接上褐飞虱 3~4 龄若虫,以不接虫为对照,6 次重复。到 TN1 植株受害级别为 9 级的时候,目测各品种每株秧苗的受害程度(参照巫国瑞等<sup>[8]</sup>的分级标准评级)。各品种稻株上的褐飞虱、受害后的稻株和对照稻株从钵中取出,洗净泥土后连根在 70~80℃的烘箱中烘 48 h 至恒重,再用电子天平分别称重。用 Panda 和 Heinrichs<sup>[9]</sup>改进的植物功能损失指数估计水稻对褐飞虱的耐虫性反应,计算方法为:植物功能损失指数 =  $100 - (\text{受害植株干重} / \text{未受害植株干重}) \times (1 - \text{受害级别} / 9) \times 100$ 。

#### 1.2.2 不同水稻品种上褐飞虱的繁殖率比较

秧苗的移栽、管理同 1.2.1 的方法。水稻生长至分蘖末期时每丛罩以透明塑料罩,按 20 头/丛接

上褐飞虱 3~4 龄若虫,当褐飞虱繁殖一代至下代 3~4 龄若虫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 3 次。

#### 1.2.3 品种类型、褐飞虱为害和剪分蘖处理与水稻补偿能力的关系

秧苗的移栽、管理同 1.2.1 的方法,在稻株长至分蘖初期时,分别进行两种处理:在主茎上接入 20 头褐飞虱 3~4 龄若虫和剪去第一分蘖,以不接虫也不剪分蘖的健株为对照,3 次重复。接虫为害 10 d 后去虫,接虫前和去虫后 0 d、13 d 用直尺测量植株高度、目测茎蘖数,并按叶长 × 叶宽 × 0.75<sup>[10]</sup>估算主茎倒 2 叶的叶面积。在第 13 天测稻株的伤流量、叶绿素含量和稻株地上部干物质量。试验重复 6 次。

伤流量的测定:参考金成忠等<sup>[11]</sup>介绍的简易收集法收集伤流液。离根部 5 cm 左右快速剪下稻株,用事先装有脱脂棉且已称重的离心管套在主茎上,使棉花和稻株切口充分接触,吸收伤流液,根据离心管在吸收伤流液前后的质量变化来计算主茎伤流液的质量。试验重复 6 次。

叶绿素含量的测定:在主茎倒 2 叶的中部剪取一定面积的叶片,用 V(无水乙醇):V(丙酮):V(水)为 4.5:4.5:1 的提取液抽提至叶片完全变白后,用 Arnon 法测定单位面积上的叶绿素含量<sup>[12]</sup>。

稻株地上部干物质量的测定:将稻株留作测伤流液的一截齐根剪下,洗净,和茎叶一起放在 70~80℃的烘箱中烘至恒重,再称重。试验重复 6 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水稻品种对褐飞虱的耐虫性测定

从表 1 中 8 个水稻品种被褐飞虱为害后植物功能损失指数和各品种上褐飞虱的干重来看,秀水 11、

表 1 不同水稻品种的植物功能损失指数和褐飞虱干重

Table 1. Functional plant loss index of different rice varieties and dry weight of brown planthopper(BPH).

品种 Variety	干重 Dry weight/(mg · insect <sup>-1</sup> )	植物功能损失指数 Functional plant loss index
TN1 (CK)	0.52±0.03 a A	83.05±27.12 a A
ASD7	0.37±0.05 c B	13.23±9.49 b B
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/32E	0.54±0.05 a A	21.08±3.45 b B
汕优 63 Shanyou 63	0.51±0.04 ab A	87.35±19.79 a A
秀水 11 Xiushui 11	0.52±0.03 a A	75.63±27.73 a A
嘉育 948 Jiayu 948	0.45±0.02 b A	26.07±11.60 b B
IR64	0.36±0.02 c B	16.87±5.24 b B
Pt33 (CK)	0.33±0.06 c B	6.35±1.55 b B

注:表内数据表示平均值±标准误,同一列相同小写字母、大写字母分别表示在 5%、1%水平上差异不显著。表 2 同。

Note: Data in the table means average±S. E.; Small and capital letters in the same column indicate no significant difference at 5% and 1% levels, respectively. The same as in Table 2.

汕优 63 的植物功能损失指数和褐飞虱干重与感虫对照品种 TN1 无显著差异,这 2 个品种属于感虫品种,无耐虫性;培矮 64S/32E 上褐飞虱体重与 TN1 品种上的体重差异不显著,但培矮 64S/32E 的植物功能损失指数极显著小于 TN1,而与抗虫品种 Ptb33 的差异不显著,说明该品种耐虫性强;嘉育 948 上的褐飞虱干重和植物功能损失指数显著小于 TN1,但其上褐飞虱干重显著重于 Ptb33,植物功能损失指数与 Ptb33 无明显差异,属于有一定耐虫性的品种;ASD7、IR64 上的褐飞虱干重和植物功能损失指数均与 Ptb33 无明显差异,故 ASD7 和 IR64 属于抗生性品种。

## 2.2 不同水稻品种上褐飞虱的繁殖率比较

从褐飞虱 F<sub>1</sub> 代虫口密度来看,秀水 11、汕优 63 和培矮 64S/32E 上的褐飞虱数量与对照感虫品种 TN1 间无显著差异,但均显著高于嘉育 948、ASD7、IR64 和 Ptb33 上的虫量;而嘉育 948 极显著高于 ASD7,后者又极显著高于 IR64 和 Ptb33。从稻株的受害程度来看,TN1、秀水 11 和嘉育 948 的受害级别在 7.67 以上,稻株基本枯死,培矮 64S/32E 和汕优 63 的受害等级居中(分别为 4.33、5.67),稻株受害较轻,ASD7 和 IR64 表现轻微受害症状,Ptb33 稻株生长正常没有受害症状(表 2)。

## 2.3 品种类型、褐飞虱为害和剪分蘖处理与水稻补偿能力的关系

由表 3 可以看出:(1)株高、叶面积的变化。同一品种的不同处理在为害前的株高、叶面积基数无显著差异。接虫为害 10 d 后,TN1、汕优 63、秀水 11 和嘉育 948 的接虫苗株高的变化显著小于健株,叶面积仅秀水 11 的接虫苗显著小于健株,其他品种均无明显差异;而剪去第一分蘖处理,所有供试品种的株高、叶面积与健株无显著差异。去虫后 13 d,株高除 TN1、秀水 11 和嘉育 948,叶面积除 TN1 和

优 63 显著低于健株外,其他品种的株高、叶面积与健株差异不显著;剪分蘖处理的与健株差异不显著。

(2)茎蘖数的变化。TN1、汕优 63、秀水 11 在接虫为害 10 d 后,茎蘖数的变化明显少于健株,而培矮 64S/32E、ASD7 和嘉育 948 的茎蘖数的变化与健株无明显差异。去虫后随着稻苗的生长,这种趋势仍继续存在。剪分蘖处理的茎蘖数变化与健株相似。

从表 4 看出:(1)主茎伤流量。伤流量是衡量稻株根系活力的重要指标,伤流量大表示根系活力强、伤流量小表示根系活力弱。同一品种剪分蘖处理的伤流量比接虫为害或者健株的要高,接虫为害的比健株少,但除汕优 63 外差异不显著。(2)叶绿素含量。除 TN1 和秀水 11 的接虫处理显著低于健株外,其他品种均以剪分蘖的最高,其次是接虫为害处理。(3)稻株地上部干物质量。无论接虫为害和剪分蘖,所有供试品种的干物质量均下降,其中汕优 63、秀水 11 和 TN1 下降较多,培矮 64S/32E 和嘉育 948 下降较小,与健株无显著差异,说明这 2 个品种有较强的耐性和生长补偿作用。

## 3 讨论

作物耐虫性是作物忍受物理和生物压力的遗传或获得性能力,是作物凭借其生长、繁殖机能健壮,在受到与感虫品种相同害虫的为害后,表现出具有忍受或补偿为害的能力<sup>[13]</sup>。作物被害虫为害后,在一定的为害范围内,具有一定的自然补偿能力。水稻的自然补偿反应是水稻在自然环境中长期进化形成的一种生态适应对策。水稻在遭受病虫害后出现增产,是其具体的外在表现,而在水稻生长期间表现出的节间延长、叶面积系数增大、分蘖增多等是形成自然补偿反应的生物学基础<sup>[5]</sup>。有研究表明,褐飞虱取食感虫粳稻 Nipponbare 和籼稻 TN1 后,稻株的高度、叶面积、光合作用速率和主茎干重等指标均

表 2 不同水稻品种上褐飞虱繁殖一代后的虫口数量比较

Table 2. Comparison of population numbers of *Nilaparvata lugens* on different rice varieties.

品种 Variety	受害级别 Damage rating	虫口数量 Population number
TN1 (CK)	8.33±0.67	1338.33±35.62 ab A
ASD7	2.33±0.67	719.67±156.88 c B
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/32E	4.33±0.67	1244.33±85.10 ab A
汕优 63 Shanyou 63	5.67±0.67	1523.67±129.22 a A
秀水 11 Xiushui 11	8.33±0.67	1541.00±63.21 a A
嘉育 948 Jiayu 948	7.67±0.67	1158.33±72.34 b A
IR64	1.67±0.67	389.67±54.98 d C
Ptb33 (CK)	0.00±0.00	11.00±4.16 e D

注:表中数字为平均值±标准误。

Note: Data in the table means average±S. E.

表 3 褐飞虱为害和剪分蘖处理对稻株生长指标的影响

Table 3. Effects of BPH-infested and primary tiller-cut on growth of rice plants.

处理 Treatment	株高 Plant height			茎蘖数 No. of tillers			叶面积 Leaf area		
	基数 Base /cm	增减率 Change rate /%		基数 Base /cm	增减率 Change rate /%		基数 Base /cm	增减率 Change rate /%	
		为害 10 d	去虫后 13 d		为害 10 d	去虫后 13 d		为害 10 d	去虫后 13 d
		10-day infested	13-day after removing BPH		10-day infested	13-day after removing BPH		10-day infested	13-day after removing BPH
TN1									
健株 Healthy plant	32.20 a	24.74 ab	75.78 a	2.00 b	50.00 a	50.00 a	13.38 a	47.96 a	90.40 a
接虫 BPH-infested plant	35.27 a	14.13 b	48.39 b	3.00 a	22.22 a	11.11 b	17.13 a	34.50 a	41.80 b
剪分蘖 No primary tiller	33.33 a	30.30 a	65.60 a	2.00 b	50.00 a	66.67 a	17.49 a	39.45 a	75.19 ab
ASD7									
健株 Healthy plant	60.33 a	26.41 a	51.10 a	2.67 a	27.78 a	38.89 a	21.83 a	26.81 a	74.89 a
接虫 BPH-infested plant	62.87 a	19.57 a	53.61 a	2.33 a	33.33 a	33.33 ab	19.96 a	22.19 a	94.19 a
剪分蘖 No primary tiller	62.73 a	21.57 a	49.26 a	1.67 b	0.00 b	0.00 b	18.29 a	35.73 a	82.25 a
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/32E									
健株 Healthy plant	45.23 a	28.08 a	79.15 a	3.33 a	0.00 a	11.11 a	28.74 a	21.81 a	99.64 a
接虫 BPH-infested plant	44.77 a	22.19 a	66.57 a	3.00 a	11.11 a	11.11 a	25.36 a	27.57 a	93.80 a
剪分蘖 No primary tiller	45.83 a	24.22 a	65.60 a	2.67 a	27.78 a	16.67 a	26.85 a	36.85 a	81.07 a
汕优 63 Shanyou 63									
健株 Healthy plant	44.20 a	33.26 a	61.09 a	2.00 a	50.00 a	50.00 a	24.84 a	50.29 a	86.30 ab
接虫 BPH-infested plant	43.47 a	25.00 b	46.74 a	2.67 a	27.78 a	27.78 ab	29.90 a	22.99 a	52.68 b
剪分蘖 No primary tiller	45.37 a	28.95 ab	67.01 a	2.33 a	0.00 b	0.00 b	26.18 a	37.47 a	90.47 a
秀水 11 Xiushui 11									
健株 Healthy plant	37.37 a	52.19 a	79.48 a	2.00 a	50.00 b	33.33 b	15.88 a	71.73 a	95.99 a
接虫 BPH-infested plant	36.68 a	22.67 b	55.25 b	2.33 a	61.11 b	27.78 b	16.92 a	36.36 b	72.99 a
剪分蘖 No primary tiller	35.90 a	49.95 a	97.31 a	1.00 b	100.00 a	100.00 a	13.08 a	84.41 a	81.43 a
嘉育 948 Jiayu 948									
健株 Healthy plant	44.03 a	43.53 a	55.11 ab	3.00 a	0.00 a	11.11 a	22.79 a	16.15 a	7.76 a
接虫 BPH-infested plant	47.90 a	27.24 b	43.81 b	2.67 ab	16.67 a	27.78 a	25.40 a	24.81 a	43.78 a
剪分蘖 No primary tiller	40.77 a	51.68 a	69.66 a	2.00 b	0.00 a	0.00 a	19.39 a	11.96 a	8.08 a

注:增减率=(处理后-处理前)/处理前×100%;同一品种同一列相同小写字母者表示在 5%水平上差异不显著。表 4 同。

Note: Change rate = (Data after treatment - Data before treatment) / Data before treatment × 100%; Data followed by the common small letters in a column of the same variety indicate no significant difference at 5% level. The same as in Table 4.

表 4 褐飞虱为害和剪分蘖处理后稻株伤流量、叶绿素含量和干重的变化

Table 4. Changes of shoot exudates, chlorophyll content and dry weight of rice plants infested by BPH or no primary tiller.

处理 Treatment	伤流量 Shoot exudate	增减率 Change /%	叶绿素 Chlorophyll /(mg · cm <sup>-2</sup> )	增减率 Change /%	干重 Dry weight /g	增减率 Change /%
TN1 (CK)						
健株 Healthy plant	0.29±0.02 a		2.72±0.03 a		1.46±0.05 a	
接虫 BPH-infested plant	0.24±0.03 a	-17.24	2.35±0.09 b	-13.49	1.10±0.11 a	-29.74
剪分蘖 No primary tiller	0.30±0.02 a	3.45	2.88±0.20 a	5.88	1.07±0.10 a	-21.26
ASD7						
健株 Healthy plant	0.56±0.05 a		1.66±0.03 b		2.31±0.40 a	
接虫 BPH-infested plant	0.53±0.04 a	-5.36	1.87±0.19 ab	12.49	2.07±0.15 ab	-10.39
剪分蘖 No primary tiller	0.60±0.09 a	7.52	2.14±0.22 a	29.06	1.68±0.25 b	-27.27
培矮 64S/32E Pei'ai 64S/32E						
健株 Healthy plant	0.57±0.02 a		2.70±0.14 a		1.73±0.16 a	
接虫 BPH-infested plant	0.51±0.04 a	-9.57	2.85±0.04 a	5.55	1.53±0.10 a	-11.56
剪分蘖 No primary tiller	0.60±0.06 a	6.31	2.92±0.08 a	8.15	1.47±0.20 a	-14.86
汕优 63 Shanyou 63						
健株 Healthy plant	0.45±0.03 ab		2.37±0.11 a		2.54±0.13 a	
接虫 BPH-infested plant	0.38±0.01 b	-15.56	2.27±0.08 a	-4.22	2.14±0.15 ab	-15.75
剪分蘖 No primary tiller	0.50±0.01 a	11.11	2.48±0.09 a	15.87	1.91±0.20 b	-24.85
秀水 11 Xiushui 11						
健株 Healthy plant	0.39±0.02 a		2.04±0.10 b		1.14±0.07 a	
接虫 BPH-infested plant	0.32±0.02 a	-17.95	1.95±0.08 b	-4.41	0.86±0.05 a	-24.62
剪分蘖 No primary tiller	0.41±0.06 a	4.63	2.43±0.19 a	18.90	0.93±0.09 a	-27.19
嘉育 948 Jiayu 948						
健株 Healthy plant	0.24±0.04 a		1.89±0.02 a		2.09±0.18 a	
接虫 BPH-infested plant	0.23±0.03 a	-4.17	2.04±0.03 a	7.94	2.02±0.30 a	-3.35
剪分蘖 No primary tiller	0.25±0.01 a	4.17	2.10±0.04 a	11.18	1.82±0.11 a	-13.28

减少<sup>[7]</sup>,在褐飞虱为害后,耐虫品种 Triveni<sup>[14]</sup>和 Utri Rajipan<sup>[9]</sup>的光合作用活动受到的影响比感虫品种 TN1 小。据报道,水稻植株干物质的增长主要由叶面积和光合效益两个因素决定,其中叶面积的贡献率占总干物质增长的 70%<sup>[15]</sup>。在水稻生长前期,稻株分蘖在水稻对害虫取食的补偿反应中起着重要的作用。本研究认为,常规稻受褐飞虱为害后耐性和补偿作用差,而杂交稻株型大,生长旺,具有一定的耐性和补偿作用,尤其是超级稻品种,表现出很强的耐性和补偿作用。另外,褐飞虱为害修剪分蘖处理对稻株的影响更大,即前者稻株的恢复比后者慢,这一点与 Rubia 等<sup>[7]</sup>报道的研究结果一致。另外,Cohen 等<sup>[16]</sup>报道水稻品种 IR64 对褐飞虱以抗生性为主,兼有一定的耐虫性,本文结果与之略有不同,IR64 为抗生性品种。然而,前人就水稻品种对褐飞虱、白背飞虱为害的耐虫性评价常用植物功能损失指数<sup>[6,9,14,17~19]</sup>或品种抗虫性鉴定的方法<sup>[20,21]</sup>,但未涉及褐飞虱为害后稻株的补偿作用的评价。本文通过植物功能损失指数、褐飞虱 F<sub>1</sub> 代种群数量的变化以及稻株受害后植株的生长补偿作用初步评价了水稻品种对褐飞虱的耐性和补偿作用,其结果与田间的抗耐虫性表现基本一致。但评价水稻品种对褐飞虱为害的耐性和补偿作用是一个复杂的过程,不仅要考虑褐飞虱密度、生物型对水稻生长和产量的影响,而且也要考虑水稻对褐飞虱生长发育、繁殖的影响,只有这样才能比较全面、精确地反映出水稻品种对褐飞虱的耐虫性和补偿作用。

谢辞:试验过程中得到浙江省农业科学院植物保护研究所陶林勇副研究员、浙江大学农业与生物技术学院植物保护系 98 级实习生朱旭华同学、南京农业大学植物保护学院 98 级实习生张文利同学和安徽农业大学植物保护系 98 级实习生方文兵同学等的大力帮助,特此感谢。

#### 参考文献:

- Li R D (李汝铎), Ding J H (丁锦华), Hu G W (胡国文), *et al.* The Brown Plant-hopper and its Population Management (褐飞虱及其种群管理). Shanghai: Fudan University Press (复旦大学出版社), 1996. (in Chinese)
- Yu X P (俞晓平), Wu G R (巫国瑞), Tao L Y (陶林勇). Evaluation of screening technique for resistant varieties to rice planthoppers. *Entomol Knowledge* (昆虫知识), 1991, 28(1): 59-62. (in Chinese)
- Luo S F (罗盛富). Compensation of rice varieties to larval injury of striped stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. *Sci Agric Sin* (中国农业科学), 1987, 20(2): 67-72. (in Chinese with English abstract)

- Rubia E G, Heong K L, Zalucki M, *et al.* Mechanisms of compensation of rice plants to yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* Walker injury. *Crop Prot*, 1996, 15: 335-340.
- Hu G W (胡国文), Guo Y J (郭玉杰), Li S S (李绍石). Research on Rice Leaffolder Management in China (中国稻纵卷叶螟的治理). Beijing: Chinese Agricultural Scientific and Technical Publishers (中国农业科技出版社), 1993. (in Chinese)
- 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 white-backed planthopper. *Acta Phytophyl Sin* (植物保护学报), 1990, 17(4): 327-330. (in Chinese with English abstract)
- Rubia E G, Suzuki Y, Miyamoto T, *et al.* The potential for compensation of the effects of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae) feeding on rice. *Crop Prot*, 1999, 18: 39-45.
- Wu G R (巫国瑞), Tao L Y (陶林勇), Chen F Y (陈福云). Studies on resistant screening of rice varieties to whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). *Acta Entomol Sin* (昆虫学报), 1986, 29(4): 453-455. (in Chinese with English abstract)
- Panda N, Heinrichs E A. Levels of tolerance and antibiosis in rice varieties having moderate resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homiptera: Delphacidae). *Environ Entomol*, 1983, 12: 1204-1214.
- IRRI. Annual Report for 1971. Los Banos, Laguna; IRRI, 1972.
- Jin C Z (金成忠). Substance bases of plant roots to leaf growth and activity. *Plant Physiol Comm* (植物生理学通讯), 1963, (1): 1-16. (in Chinese with English abstract)
- Chen F M (陈福明). Studies on chlorophyll contents measured by mixed method. *Forest Sci & Tech Comm* (林业科技通讯), 1984, (2): 4-8. (in Chinese)
- Cao J (曹骥). The Principle and Application of Plant Resistance (作物抗虫原理及应用). Beijing: Science Press (科学出版社), 1984. (in Chinese)
- Ho D T, Heinrichs E A, Medrano F G. Tolerance of the rice variety Triveni to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Environ Entomol*, 1982, 11: 598-602.
- Jin D R (金德瑞). Compensation in rice to larval injury of the rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) in Henan. In: Hu G W (胡国文). Research on Rice Leaffolder Management in China (中国稻纵卷叶螟的治理). Beijing: Chinese Agricultural Scientific and Technical Publishers (中国农业科技出版社), 1993. 88-94. (in Chinese with English abstract)
- 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.
- Heinrichs E A, Medrano F G, Rapusa H R. Genetic evaluation for insect resistance in rice. Los Banos, Laguna; IRRI, 1985.
- Xiao Y F (肖英方), Du Z W (杜正文). Studies on the resistance of japonica rice varieties to whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). *Acta Entom Sin* (昆虫学报), 1989, 32(3): 286-291. (in Chinese with English abstract)
- Liu F (刘芳), Dai Z Y (戴志一), Hu G W (胡国文), *et al.* Measurement of antixenosis, antibiosis and tolerance of different type of rice varieties to the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). *Chinese J Rice Sci* (中国水稻科学), 1998, 12(3): 189-192. (in Chinese with English abstract)
- Tao L Y (陶林勇). The screening technique for rice varieties with sustained resistance to *Nilaparvata lugens* Stal. *Entomol Knowledge* (昆虫知识), 1995, 32(2): 65-68. (in Chinese)
- Tao L Y (陶林勇), Yu X P (俞晓平), Lu Z X (吕仲贤), *et al.* Evaluation of durable resistance of new-bred rice varieties to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. *Acta Agric Zhejiang* (浙江农业学报), 1999, 11(6): 315-320. (in Chinese with English abstract)