

# 水稻品种对稻飞虱抗性鉴定方法的比较研究

刘光杰<sup>1</sup> 付志红<sup>2</sup> 沈君辉<sup>1</sup> 张亚辉<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 中国水稻研究所, 农业部水稻生物学重点实验室, 浙江 杭州 310006; <sup>2</sup> 江西农业大学 植物保护系, 江西 南昌 330200)

## Comparative Study on Evaluation Methods for Resistance to Rice Planthoppers (Homoptera: Delphacidae) in Rice

LIU Guang-jie<sup>1</sup>, FU Zhi-hong<sup>2</sup>, SHEN Jun-hui<sup>1</sup>, ZHANG Ya-hui<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Key Laboratory for Rice Biology, Ministry of Agriculture, China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China; <sup>2</sup> Plant Protection Department, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** Six newly-developed rice varieties in different types (indica, japonica and hybrid rice) were evaluated to determine the level of resistance to the brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) and the whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*) by using the following methods: mass seedling (2-3 leaf stage) screening test, caged individual seedling (2-3 leaf stage) test, caged individual seedling (7-8 leaf stage) test, honeydew measurement and nymphal period. The results indicate that the majority of the tested rice varieties had same or similar reaction to *N. lugens* and *S. furcifera* at 2-3 and 7-8 leaf seedling stage regardless to rice type and varietal susceptibility. However, the resistant level in a few of rice varieties increased along with the increase of plant age. The reaction of these two planthoppers to test varieties in honeydew measurement and seedling screening tests were similar. The corresponding relation of honeydew area and resistance grade can be expressed as  $0-100.0 \text{ mm}^2/(\text{female} \cdot \text{d})$  grade 0-3,  $100.1-200.0 \text{ mm}^2/(\text{female} \cdot \text{d})$  grade 5,  $>200.1 \text{ mm}^2/(\text{female} \cdot \text{d})$  grade 7-9. It can be summarized that resistance evaluation is made at tillering stage rather than at seedling stage, better reflecting the resistance level of rice varieties at late stage. Mass screening test and honeydew measurement are quick, easy and correct evaluation methods for resistance to rice planthoppers.

**Key words:** *Nilaparvata lugens*; *Sogatella furcifera*; screening for resistance; honeydew measurement; nymphal period; rice

**摘要:** 采用苗期群体筛选、苗期单株鉴定、分蘖盛期单株鉴定、蜜露量测定和若虫发育历期测定5种方法,分别测定了6个新近育成的、不同类型的水稻优质、高产新品种对褐飞虱和白背飞虱的抗性反应。多数品种在苗期接虫鉴定情况下的抗性表现都是一致或十分接近的,而且与品种的类型和抗感性无关。但少数品种随着苗龄的增大,其抗性有不同程度的提高。蜜露斑面积测定结果与分蘖盛期接虫鉴定结果基本吻合,初步将蜜露斑面积与抗性级别的关系拟定为:蜜露斑面积 [ $\text{mm}^2/(\text{雌虫} \cdot \text{d})$ ] 0~100.0 0~3级, 100.1~200.0 5级, >200.1 7~9级。综合多项测定指标,认为分蘖盛期接虫鉴定较苗期鉴定更能准确地反映水稻品种成株期的抗性水平;苗期群体筛选和蜜露量测定是水稻抗飞虱的两个快速、便捷、准确的鉴定方法。

**关键词:** 褐飞虱; 白背飞虱; 抗性筛选; 蜜露测定; 若虫历期; 水稻

中图分类号: S435.112+.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2002)01-0052-05

褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) 和白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) 是我国长江流域及南方稻区的主要害虫。近年来,白背飞虱种群数量逐年上升,大发生频率明显增加<sup>1</sup>,不仅在早稻上逐渐成为优势种,而且在中稻上为害也很严重。飞虱成、若虫以直接刺吸稻株韧皮部的汁液为害水稻,轻者千粒重下降,造成严重减产;重则稻株枯死,呈虱烧状。目前,在水稻害虫的综合治理中,利用抗虫品种是有效地控制害虫种群、保护天敌、减少杀虫剂的施用和降低生产成本的主要措施之一。

抗稻飞虱种质资源鉴定和杂交后代的抗性选择是水稻抗稻飞虱品种育种的基础。我国自1976年开

始这方面的研究,并根据国际水稻研究所(IRRI)的苗期抗性评价标准,结合我国的实际情况,顾正远等制订了以百分率为基础的新的苗期评价标准<sup>2</sup>,巫国瑞等<sup>3</sup>和刘光杰等<sup>4</sup>先后对此作了修改。陶林勇也推荐了水稻抗飞虱的成株期田间鉴定方法<sup>5</sup>。在实际工作中,一些水稻育种工作者发现部分高产、优质的水稻品种虽然苗期不抗稻飞虱,而在成株期则表现出中抗或抗飞虱。因此,苗期的抗性筛选可能因

收稿日期: 2001-02-25; 修改稿收到日期: 2001-04-24。

基金项目: 国家“九五”水稻育种攻关子专题项目(96-02-02-01-8); 浙江省科技攻关项目。

第一作者简介: 刘光杰(1963-),男,博士,研究员。

为选择压力偏大而淘汰了部分耐虫品种。成株期鉴定又存在着鉴定时间长和不稳定的问题。所以,为了客观、准确、便捷地鉴定水稻新品种(材料)对稻飞虱的抗性,就要深入了解水稻品种在不同生育期对稻飞虱的抗性机理。我们采用多种抗性测定方法研究了新近育成的、不同类型的水稻优质、高产新品种对褐飞虱和白背飞虱的抗性反应,现报道如下。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

试验在每年的5~9月进行,试验用的稻株均种植在自然条件下的水泥槽内。在自然条件下的网室中用TN1 稻苗饲养试验用的褐飞虱和白背飞虱。稻飞虱均采自中国水稻研究所富阳皇天畈试验田。

褐飞虱: 供试品种为籼稻中早15和中香1号,粳稻中鉴96-3和辽942,杂交稻培S/501和II优448,抗虫对照品种为IR26、IR36、Mudgo和ASD7,感虫对照为TN1。

白背飞虱: 供试品种为籼稻丰新占和中早19,粳稻中鉴97-4和91-376,杂交稻协优9308和65396(恢复系),抗虫对照品种为Rathu Heenati(RHT),感虫对照为TN1。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 苗期人工接虫鉴定

1.2.1.1 苗期群体筛选鉴定。将催芽后的测试水稻品种与感虫对照品种的种子播在塑料盆(60 cm × 40 cm × 10 cm)内,行长20 cm,行距5 cm,每行20粒。感虫、抗虫对照品种各设3个重复,待测品种各设6个重复。待种子萌发、出苗后匀苗,每行保留15~20株稻苗,当秧苗长到2~3片叶时,每株平均接入5~7头1~2龄的飞虱若虫。当感虫对照品种TN1死苗率达到95%左右时,根据死苗率评定抗性级别(表1)。

1.2.1.2 苗期单株接虫鉴定。将待测品种与抗感对照品种的种子分别播于小塑料盆钵中,每钵1苗。待到苗龄2~3叶期时,罩上透明的塑料罩子(7.0 cm × 15.0 cm)。每苗接入1~2龄若虫10头,每个品种各设15个重复。当感虫品种TN1死苗率为95%左右时,根据死苗率评定抗性级别(表1)。

#### 1.2.2 分蘖盛期单株接虫鉴定

将播种后40 d的苗,剪去次生分蘖,仅留主茎,移栽到小塑料盆钵中,每钵一苗,上罩透明的薄膜罩子(7.0 cm × 50.0 cm),每钵苗接入3龄飞虱若虫12头,每个品种设5个重复。当感虫对照品种

表1 水稻材料抗稻飞虱鉴定评价标准

Table 1. Evaluation standard for planthopper resistance in rice based on seedling mortality.

抗性级别	死苗率	抗性水平
Resistance grade	Seedling mortality/%	Resistance description
0	< 1.0	免疫 I
1	1.1~10.0	高抗 HR
3	10.1~30.0	抗 R
5	30.1~50.0	中抗 MR
7	50.1~70.0	中感 MS
9	> 70.1	感 S

I- Immunity; HR- Highly resistant; R- Resistant; MR- Moderately resistant; MS- Moderately susceptible; S- Susceptible

TN1死苗率达到95%左右时,进行鉴定(表1)。

#### 1.2.3 稻飞虱成虫蜜露分泌量和若虫发育历期的测定

1.2.3.1 蜜露分泌量测定。采用移栽后45~50 d的健壮苗,去掉次生分蘖,保留主茎。在一个特殊的取食室内收集稻飞虱分泌的蜜露。将3只新近羽化的稻飞虱雌虫(经饥饿,但饲水2.5~3.0 h)放入一个取食室。1个取食室为1个重复,每个品种设10个重复。稻飞虱取食后分泌的蜜露滴落在滤纸上,24 h后收集取食室中滤纸,用0.1%茚三酮丙酮溶液处理,呈现出大小不同的紫红色蜜露斑,用1 mm<sup>2</sup>网格的透明纸测量蜜露斑面积。

1.2.3.2 若虫发育历期测定。取播种后40 d左右的健壮苗,剪去次生分蘖,将主茎洗净,移栽到塑料钵(7.0 cm × 7.5 cm)中,每钵一苗,上罩一个同样大小、底端有通气孔的塑料罩。从通气孔放入3只刚孵化的稻飞虱若虫,每个品种各设10个重复,每天观察2次,直到羽化为成虫止。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻飞虱对不同品种的抗性反应

#### 2.1.1 褐飞虱

对抗虫对照品种IR36、ASD7、Mudgo和感虫对照TN1来说,用苗期群体鉴定、苗期单株鉴定和分蘖盛期单株鉴定的结果都是一致的,没有抗性的变化(表2)。杂交稻协优9308和恢复系65396的反应与上述品种也是一样的。但是,粳稻品种中鉴97-4和91-376以及籼稻品种中早19在分蘖盛期的抗性比苗期的有不同程度的提高。

IR36对褐飞虱的抗性为1级,属于高抗,比ASD7和Mudgo的抗性水平高1个级别。

#### 2.1.2 白背飞虱

RHT和TN1对白背飞虱的抗性反应在苗期群体鉴定、苗期单株鉴定和分蘖盛期单株鉴定3种方

表2 水稻新材料对褐飞虱和白背飞虱为害的抗性反应(1999, 杭州)

Table 2 Reaction of the newly-developed rice varieties against Nilaparvata lugens and Sogatella furcifera (1999, Hangzhou).

材料名称 Variety	水稻类型 Rice type	抗性鉴定级别 Resistance grade			蜜露斑面积 Honeydew area /(mm <sup>2</sup> · female <sup>-1</sup> · d <sup>-1</sup> )
		苗期群体筛选 Mass seedling screening test	苗期单株鉴定 Individual seedling test	分蘖盛期单株鉴定 Individual seedling test at maximum tillering stage	
<b>褐飞虱 <i>N. lugens</i></b>					
丰新占 Fengxinzhao	籼稻 Indica	5	7	5	205.9 ± 37.5 c
中早 19 Zhongzao 19	籼稻 Indica	9	9	7	343.0 ± 43.1 cd
中鉴 97-4 Zhongjian 97-4	粳稻 Japonica	9	9	7	270.5 ± 46.9 cd
91-376	粳稻 Japonica	9	9	5	198.5 ± 35.5 bc
协优 9308 Xieyou 9308	杂交稻 Hybrid rice	7	7	7	225.1 ± 47.9 c
65396	杂交稻 Hybrid rice	9	9	9	260.9 ± 34.4 cd
IR 36(CK)	籼稻 Indica	1	1	1	57.9 ± 11.9 a
ASD 7(CK)	籼稻 Indica	3	3	3	101.1 ± 33.7 ab
Mudgo(CK)	籼稻 Indica	3	3	3	92.7 ± 26.3 a
TN 1(CK)	籼稻 Indica	9	9	9	389.3 ± 27.9 d
<b>白背飞虱 <i>S. furcifera</i></b>					
丰新占 Fengxinzhao	籼稻 Indica	7	5	5	110.2 ± 12.8 b
中早 19 Zhongzao 19	籼稻 Indica	9	9	9	240.5 ± 28.4 c
中鉴 97-4 Zhongjian 97-4	粳稻 Japonica	9	9	9	237.0 ± 15.1 c
91-376	粳稻 Japonica	9	9	7	198.7 ± 9.4 bc
协优 9308 Xieyou 9308	杂交稻 Hybrid rice	9	7	5	135.2 ± 12.7 b
65396	杂交稻 Hybrid rice	9	9	9	248.5 ± 20.2 c
RHT(CK)	籼稻 Indica	1	1	1	26.4 ± 1.8 a
TN 1(CK)	籼稻 Indica	9	9	9	265.7 ± 25.4 c

同一试验和同一列中, 平均数后具有相同英文小写字母者表示这两个平均数之间没有显著差异, 最小显著差数法,  $P = 0.05$  (LSD)。平均数 ± 标准误。

Within an experiment and a column, there was no significant difference between two treatments with the same lowercase letters, by Least Significant Difference Test (LSD),  $P = 0.05$ . Means ± standard error.

法下, 都是表现一致的(表2)。恢复系 65396、粳稻中鉴 97-4 和籼稻中早 19 对白背飞虱的反应在上述 3 种方法下的表现也是一致的。然而, 杂交稻协优 9308、粳稻 91-376 和籼稻丰新占在分蘖盛期的抗性比苗期的也有不同程度的提高。

## 2.2 稻飞虱在不同品种上分泌的蜜露量和若虫发育历期

### 2.2.1 褐飞虱

从蜜露测定结果可以看出, 褐飞虱在协优 9308、中鉴 97-4 和中早 19 和感虫对照 TN 1 上分泌的蜜露量最高, 达 260.9~389.3 mm<sup>2</sup>/(雌·d), 且无显著性差异; 在 91-376、丰新占和协优 9308 上分泌的蜜露量较低些, 为 198.5~225.1 mm<sup>2</sup>/(雌·d); 而在抗虫对照 IR 36、ASD 7 和 Mudgo 上分泌的蜜露量最低, 为 9.9~21.6 mm<sup>2</sup>/(雌·d), 亦无显著差异(表2)。

在抗虫对照品种 IR 36 上取食的褐飞虱若虫发育历期最长, 达到了 18.1 d。而在协优 9308 和 65396 与感虫对照 TN 1 上的褐飞虱若虫发育历期较短(13.7~14.2 d)(表3)。在待测品种中, 褐飞虱

若虫在丰新占上的发育历期最长, 为 16.0 d。

### 2.2.2 白背飞虱

白背飞虱在丰新占和协优 9308 上分泌的蜜露斑面积较小, 分别为 110.2 和 135.2 mm<sup>2</sup>/(雌·d); 在中早 19、中鉴 97-4 和 65396 上的面积较大, 为 237.0~248.5 mm<sup>2</sup>/(雌·d), 与在感虫对照 TN 1 上的无显著差异(表2)。

白背飞虱若虫在 65396 和中早 19 的发育历期较短, 与在 TN 1 上的没有显著差异, 而在丰新占上的发育历期最长, 达 16.0 d, 与在 RHT 上的无显著差异(表3)。

## 3 讨论

采用鉴定苗期和分蘖盛期稻苗对飞虱的抗性反应发现, 多数水稻品种不管对褐飞虱还是白背飞虱的反应, 用苗期群体筛选、苗期单株接虫鉴定和分蘖盛期单株接虫鉴定的抗性表现都是一致或十分接近的, 而且与品种的类型和抗感性无关。而少数品种, 如协优 9308 和 91-376, 对白背飞虱和褐飞虱的抗性在分蘖盛期强于苗期, 与顾正远等发现的现象相

表3 褐飞虱和白背飞虱若虫在不同水稻材料上的发育历期(1999, 杭州)

Table 3 Nymphal development periods of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* on different varieties (1999, Hangzhou).

材料名称 Variety	水稻类型 Rice type	若虫发育历期 Nymphal period/d					总若虫历期 Total nymphal period
		1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	
<b>褐飞虱 <i>N. lugens</i></b>							
丰新占 Fengxinzhao	籼稻 Indica	3.4 ± 0.2 abc	3.2 ± 0.1 abc	2.6 ± 0.2 c	3.1 ± 0.1 bcd	3.7 ± 0.1 bc	16.0 ± 0.3 d
中早 19 Zhongzao 19	籼稻 Indica	3.2 ± 0.1 a	3.0 ± 0.0 ab	2.2 ± 0.1 ab	3.0 ± 0.1 abcd	3.3 ± 0.1 ab	14.3 ± 0.2 bc
中鉴 97-4 Zhongjian 97-4	粳稻 Japonica	3.2 ± 0.1 a	3.1 ± 0.1 abc	2.1 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 abc	3.5 ± 0.1 ab	14.8 ± 0.3 c
91-376	粳稻 Japonica	3.3 ± 0.2 ab	3.0 ± 0.0 ab	2.4 ± 0.2 bc	2.9 ± 0.2 cd	3.2 ± 0.1 a	14.8 ± 0.3 c
协优 9308 Xieyou 9308	杂交稻 Hybrid rice	3.1 ± 0.1 a	3.0 ± 0.0 ab	2.1 ± 0.1 a	2.8 ± 0.1 ab	3.4 ± 0.2 b	14.2 ± 0.1 ab
65396	杂交稻 Hybrid rice	3.2 ± 0.1 a	2.9 ± 0.1 a	2.0 ± 0.0 a	2.7 ± 0.2 a	3.4 ± 0.2 ab	13.8 ± 0.2 ab
IR 36(CK)	籼稻 Indica	3.8 ± 0.1 d	3.3 ± 0.2 cd	3.0 ± 0.0 d	3.3 ± 0.2 d	4.2 ± 0.1 d	18.1 ± 0.2 f
A SD 7(CK)	籼稻 Indica	3.7 ± 0.2 cd	3.4 ± 0.2 d	3.0 ± 0.0 d	3.2 ± 0.1 cd	4.1 ± 0.1 cd	17.4 ± 0.2 e
M udgo (CK)	籼稻 Indica	3.6 ± 0.2 bcd	3.4 ± 0.2 d	3.0 ± 0.0 d	3.1 ± 0.1 bcd	4.0 ± 0.0 cd	17.6 ± 0.2 ef
TN 1(CK)	籼稻 Indica	3.1 ± 0.1 a	3.0 ± 0.0 ab	2.0 ± 0.0 a	3.0 ± 0.2 abcd	3.3 ± 0.1 ab	13.7 ± 0.2 a
<b>白背飞虱 <i>S. furcifera</i></b>							
丰新占 Fengxinzhao	籼稻 Indica	3.6 ± 0.5 a	2.8 ± 0.4 c	2.3 ± 0.3 bc	3.4 ± 0.4 c	4.1 ± 0.4 cd	16.0 ± 0.7 cd
中早 19 Zhongzao 19	籼稻 Indica	2.7 ± 0.3 a	2.2 ± 0.4 b	1.9 ± 0.2 c	2.8 ± 0.5 ab	3.1 ± 0.3 d	12.6 ± 0.6 ab
中鉴 97-4 Zhongjian 97-4	粳稻 Japonica	2.7 ± 0.3 a	2.2 ± 0.3 b	2.1 ± 0.2 ab	2.8 ± 0.4 a	3.2 ± 0.3 ab	13.0 ± 0.5 b
91-376	粳稻 Japonica	3.5 ± 0.4 ab	2.1 ± 0.2 b	2.3 ± 0.3 ab	2.9 ± 0.3 b	3.8 ± 0.4 cd	14.5 ± 0.5 bc
协优 9308 Xieyou 9308	杂交稻 Hybrid rice	2.9 ± 0.2 a	2.2 ± 0.3 b	2.1 ± 0.2 c	2.7 ± 0.3 bc	3.4 ± 0.4 d	13.3 ± 0.5 b
65396	杂交稻 Hybrid rice	2.5 ± 0.3 a	2.2 ± 0.4 b	1.2 ± 0.3 a	2.4 ± 0.4 ab	2.9 ± 0.2 bc	11.7 ± 0.5 a
RHT(CK)	籼稻 Indica	3.8 ± 0.5 ab	2.5 ± 0.3 ab	2.4 ± 0.3 c	3.8 ± 0.4 cd	4.8 ± 0.3 c	16.7 ± 0.4 cd
TN 1(CK)	籼稻 Indica	2.5 ± 0.2 a	1.9 ± 0.2 d	1.7 ± 0.3 d	2.3 ± 0.3 a	2.8 ± 0.3 ab	11.3 ± 0.6 a

同一试验和同一列中, 平均数后英文小写字母相同者表示这两个平均数之间没有显著差异, 最小显著差数法测验(LSD),  $P = 0.05$ 。平均数 ± 标准误。

Within an experiment and a column, there was no significant difference between two treatments with the same lowercase letters, by Least Significant Difference Test (LSD),  $P = 0.05$  Means ± standard error.

似<sup>2</sup>。因此, 从目前的研究结果也证实了多数水稻品种(材料)通过多重重复的苗期群体筛选, 基本可判断其对稻飞虱的抗性水平。但是, 对一些在生产上有应用价值的优质和(或)高产的新品种, 如果苗期感虫的话, 就应进一步地进行分蘖期抗性测定, 甚至田间的成株期抗性鉴定, 这样才能全面、准确的评价其抗性 or 耐害水平。我们还认为苗期抗性鉴定宜在光照充足的夏季(5~9月)进行, 因为光照对稻苗的生长和健康是非常关键的, 也就影响了水稻品种对稻飞虱的抗性<sup>7,8</sup>。

在分蘖盛期进行单株苗鉴定时, 我们采用了记录稻苗的死亡数, 计算死亡率进行抗性级别评价的方法, 有别于浙江省农业科学院提出的10~15d后记录稻苗上的活虫数, 计算存活率进行评价的方法<sup>6</sup>。我们发现在接虫初期(1~3d), 飞虱若虫有逃逸的现象, 而且在抗虫品种上更常见。因此, 我们在接虫初期常采用补虫的办法, 使待测稻株接收同样的选择压力。

Sogawa等自1970年开始进行了稻飞虱的蜜露测定, 并认为飞虱取食稻苗后分泌蜜露, 其量的多少可基本反映飞虱的取食量<sup>9</sup>。因此, 用检测稻飞虱分

泌的蜜露量的方法来间接测定稻飞虱取食量及水稻品种对飞虱的抗性表现。许多昆虫学家都采用了这种方法来研究水稻品种对飞虱的抗性和褐飞虱生物型的变化<sup>10,11</sup>。本研究中, 褐飞虱和白背飞虱的蜜露斑面积测定结果表明, 与分蘖盛期接虫鉴定结果基本一致。因此, 我们将蜜露斑面积与抗性级别的关系初步拟定为: 蜜露斑面积[mm<sup>2</sup>]/(雌虫·d) 0~100.0 0~3级, 100.1~200.0 5级, >200.1 7~9级。温度也是影响稻飞虱取食的一个重要因素<sup>12</sup>, 因此, 蜜露测定宜在23~30℃的自然室温和人工控制条件下进行。

两种飞虱若虫在水稻上发育历期的测定结果表明, 各龄若虫在不同品种上的生长所需时间差异不太显著, 但总的若虫历期则有显著差异。若虫生长的时间长, 达13~18d; 且在不同的温湿度条件下差异较大。因此, 不宜作为抗稻飞虱鉴定的主要方法。

综上所述, 要准确地评价一个水稻品种(特别是有应用价值的优质米和高产品种)对飞虱的抗性, 需在苗期群体筛选的基础上进行分蘖盛期的人工接虫鉴定, 并综合蜜露斑面积测定结果, 有条件时进行田间成株期的鉴定则更加完善。

## 参考文献:

- 1 Tang J Y (汤金仪). Bad attack of rice planthoppers in 1991 and its causal analysis *Bingchong Cebao* (病虫测报), 1992, 12(2): 16 - 19. (in Chinese)
- 2 Gu Z Y (顾正远), Wang Y M (王益民). Screening technique for resistance to brown planthopper of rice *J Jiangsu Agric Sci* (江苏农业科学), 1984, (10): 22- 23. (in Chinese)
- 3 Wu G R (巫国瑞), Tao L Y (陶林勇), Chen F Y (陈福云), Hu G W (胡国文). On the Screening methods of varietal resistance in rice to whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath *Acta Ent Sin* (昆虫学报), 1986, 29(4): 453- 455. (in Chinese)
- 4 Liu G J (刘光杰), Zheng Y C (郑宜才), Gui L Q (桂丽琴), et al. On the screening methods for resistance to rice planthoppers (Homoptera: Dephacidae) in some Chinese rice varieties *Acta Agric Zhejiang* (浙江农业学报), 1999, 11 (6): 306- 310. (in Chinese with English abstract)
- 5 Tao L Y (陶林勇). Evaluation of resistance to rice planthoppers and yield performance for some middle or late cropping rice varieties *J Zhejiang Agric Sci* (浙江农业科学), 1990, (4): 180- 183. (in Chinese)
- 6 Rice Insect Research Group, Institute of Plant Protection, Chekiang Academy of Agricultural Sciences (浙江省农业科学院植物保护研究所稻虫课题组). A preliminary report on the screening of rice strains resistance to *Nilaparvata lugens* Stal *Acta Ent Sin* (昆虫学报), 1976, 19(4): 465- 466. (in Chinese)
- 7 Liu C M (刘春茂), Wu J T (吴荣宗). Influence of light intensity and nitrogen fertilizer on resistance to the brown planthopper in rice. *J South China Agric Uni* (华南农业大学学报), 1992, 13(2): 27- 33. (in Chinese with English abstract)
- 8 Wang M Q (汪茂卿), Wu R Z (吴荣宗), Zhang L Y (张良佑). Influence of light duration and intensity on the resistance in rice seedling to the brown planthopper. *Chinese J Rice Sci* (中国水稻科学), 1991, 5(3): 97- 103. (in Chinese with English abstract)
- 9 Sogawa K, Pathak M D. Mechanism of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice *Appl Ent Zool*, 1970, 9: 204- 213.
- 10 Hu G W (胡国文), Liu G J (刘光杰). Progress on rice resistance in China. In: Wan F H (万方浩), Xia Y L (夏云龙). Research on Insect Ecology (昆虫生态学研究). Beijing: China Scien-Tech Publisher (中国科学技术出版社), 1992. 22- 31. (in Chinese)
- 11 Khan Z R, Saxena R C. Varietal resistance in rice against *Sogatella furcifera*. *Crop Prot*, 1986, 5(1): 15- 25.
- 12 Feng P C (冯炳灿), Huang C W (黄次伟), Wang H D (王焕弟), et al. Influence of temperature on the population dynamics of the white backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). *Acta Ent Sin* (昆虫学报), 1985, 28(4): 390- 397. (in Chinese with English abstract)