

水稻新品种(系)对褐飞虱抗性的筛选及评价

陈建明¹ 俞晓平¹ 程家安² 吕仲贤¹ 郑许松¹ 徐红星¹

(¹浙江省农业科学院 植物保护与微生物研究所, 浙江 杭州 310021; ²浙江大学 应用昆虫学研究所, 浙江 杭州 310029)

Resistance Screening and Evaluation of Newly-Bred Rice Varieties (Lines) to the Rice Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*

CHEN Jian-ming¹, YU Xiao-ping¹, CHENG Jia-an², LU Zhong-xian¹, ZHENG Xu-song¹, XU Hong-xing¹

(¹ Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; ² Institute of Applied Entomology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: Resistance of 769 newly-bred rice varieties or lines(1999–2002) to the brown planthopper (BPH) (*Nilaparvata lugens*) was evaluated using the Modified Seedbox Screening Technique (MSST). Among the tested rice varieties, 93 varieties had resistance to BPH, of which 3, 13, 77 varieties had long-, middle- and short durable resistance respectively at seedling stage as TN1(check) was graded 9. Meanwhile, the resistance levels of the 47 resistant varieties tested were further evaluated at adult stage. There were 3, 3, 15 varieties expressed long-, middle- and short-durable resistance at adult stage respectively with the same tendency as those at seedling stage. Twenty-four short-durable (SD) resistant varieties at seedling stage had three middle-durable (MD) and 21 no durable resistance at adult stage respectively, and three MD resistance varieties at seedling stage expressed SD resistance at adult stage. It is an effective method for evaluating tolerance levels of rice varieties to BPH using damage (grade 5) and durable resistance level (MD to LD) at seedling and adult stages.

Key words: rice variety; *Nilaparvata lugens*; resistance evaluation; durable resistance level

摘要: 采用改进的苗期集团筛选法,测定了1999~2002年国家和浙江省水稻育种攻关项目的769个水稻新品种(系)对褐飞虱的抗性反应。结果表明,在769个品种中筛选出抗级为0~5级的品种93个,其中长持抗期(LD)、中持抗期(MD)和短持抗期(SD)级的品种分别有3、13、77个。同时对1999~2000年和部分2001年苗期抗级为0~5级的47个水稻品种进行成株期持抗期鉴定,发现苗期与成株期LD、MD、SD相一致的品种分别有3、3、15个;苗期为SD、成株期为MD的品种有3个,成株期无持抗期的品种有21个;苗期为MD、成株期为SD的品种有3个。试验进一步表明,利用水稻苗期和成株期的受害级别(5级)和持抗期长短(MD~LD)来评价耐褐飞虱水稻品种是一种比较可行的方法。

关键词: 水稻品种; 褐飞虱; 抗性评价; 持抗性

中图分类号: S435.112+.3; S332.3; S511.034

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2005)06-0573-04

褐飞虱是我国水稻生产上最重要害虫之一。目前,防治褐飞虱主要是应用抗虫水稻品种和使用化学杀虫剂。滥用杀虫剂导致褐飞虱产生再增猖獗^[1]和环境污染等问题。实践证明,抗虫品种的应用是控制褐飞虱种群最经济有效的方法之一。然而,褐飞虱对抗虫品种的适应能力很强,能产生为害原有抗虫品种的新致害性种群,使抗虫品种使用寿命缩短甚至遭淘汰。在20世纪80年代末,我国的褐飞虱从生物型1变为生物型2,而在80年代中期以前,褐飞虱以生物型1为主,不为害带有抗虫基因 *Bph1* 的杂交水稻汕优6号、汕优63。然而,在80年代汕优6号对褐飞虱的抗性就已逐步丧失,1997年汕优63开始丧失对褐飞虱的抗性^[2]。抗虫品种数量的不足和原有品种抗性的丧失已给褐飞虱种群的有效控制造成了严重障碍。培育抗虫品种是一项费时的综合工程,而抗虫品种鉴定又是该工程中的重要环节。

几十年来,国内外学者沿用国际水稻研究所(IRRI)创立的标准苗期集团筛选法(Standard Seedbox Screening Technique, 简记SSST法)^[3]或经我国学者改进的苗期集团筛选法(Modified Seedbox Screening Technique, 简称MSST法)^[4]或用分蘖筛选技术(Tiller Seedbox Screening Technique, 简称TSST法)^[5]筛选出1~5级的抗性品种。虽然这些方法能显示出其抗感程度,但仍无法对其持抗期(抗性

保持时间,也即品种对害虫的耐害时间)进行评估和鉴定。陶林勇等^[6]在传统抗性鉴定的基础上进一步提出水稻成株期持抗性(durable resistance)鉴定方法。本研究利用改进的苗期集团筛选法和成株期持抗性鉴定方法筛选和评价水稻新品种(系)对褐飞虱的抗性反应。

1 材料与方 法

1.1 水稻品种

所有供试水稻新品种(系)来源于1999~2002年度国家和浙江省水稻育种攻关协作组提供的水稻抗性鉴定品种(系),共769个。其中1999年212个,2000年245个,2001年152个,2002年161个。

1.2 褐飞虱

褐飞虱于每年10月采自浙江省杭州市郊的水稻田,在室内用感虫水稻品种TN1苗饲养越冬,第2年在TN1上继

收稿日期:2004-12-08; 修改稿收到日期:2005-06-27。

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(301238);浙江省自然科学基金青年人才专项基金资助项目(RC97018);国家十五重点攻关项目(2001-BA509B02-04);浙江省“十五”重点攻关项目(011102202)。

第一作者简介:陈建明(1963—),博士,副研究员。

表1 水稻品种抗褐飞虱鉴定评价标准

Table 1. Evaluation standard for resistance of varieties to the brown planthopper.

抗性级别 Grade	死苗率 Dead plants/%	抗性水平 Resistance level
0	0	免疫 Immune
1	1.0~10.0	高抗 Highly resistant
3	10.1~30.0	抗虫 Resistant
5	30.1~50.0	中抗 Moderately resistant
7	50.1~70.0	中感 Moderately sensitive
9	>70.1	感虫 Sensitive

续饲养繁殖,1~2龄若虫用于抗性初筛鉴定,当年采集的田间褐飞虱种群在TN1上饲养繁殖1~2代后,取1~2龄若虫用于抗性复筛鉴定,4~5龄若虫供褐飞虱致害性试验用。

1.3 抗性评价方法

水稻苗期和成株期对褐飞虱的抗性鉴定均采用改进的苗期集团筛选法(MSST法)。

1)水稻苗期抗性鉴定:各水稻品种种子播于温室玻璃房的鉴定圃内(26.8℃±3.4℃),每个鉴定圃(60 cm×50 cm×10 cm)设3个小区,每个小区10个品种加2个对照(TN1为感虫对照,ASD7为抗虫对照)。每品种1行10株苗,小区随机排列。2叶1心期时平均每苗接入1~2龄褐飞虱若虫8~10头。当感虫品种TN1死苗率达70%时,逐日记载各品种上的死苗数,至TN1全部枯死时评定各品种受害等级(表1),对于抗性为1~5级的抗性品种,在TN1达9级后继续记载稻苗受害等级的变化动态,参照陶林勇等^[6]的方法,评定品种的持抗期(durable resistance period)(表2)。

2)水稻成株期抗性鉴定:对苗期筛选出的抗性品种和有望推广的部分苗期感虫品种进一步复筛。把复筛品种播种后移栽在水泥池中,每品种1行10株(行长50 cm,行距10 cm,株距5 cm),重复3次,随机排列,每隔10行种1行感虫品种TN1。40 d左右苗龄时每丛接当年田间采集繁殖的褐飞虱2~3龄若虫3~4头,让其取食繁殖。待TN1受害7级时开始调查、记录各品种的受害等级,每隔3 d调查1次,根据稻株受害程度评定抗性等级。对于抗性为1~5级的抗性品种,在TN1达9级后继续观察记载其受害等级的变化动态,每3 d调查1次,至18 d止。从TN1为9级后供试品种的抗性上升至7~9级时的前3 d止的时期为持抗期(表2)。

表3 1999~2002年水稻新品种(系)苗期对褐飞虱的抗性鉴定结果

Table 3. Resistance of newly-bred rice varieties at seedling stage to *N. lugens* from 1999 to 2002.

年份 Year	鉴定品种(系)数 No. of varieties or lines tested	抗性个数 No. of resistant varieties or lines	抗性品种检出率 Percentage of resistant varieties/%	0~3级比例 Percentage of grade 0-3/%	5级比例% Percentage of grade 5/%
1999	212	8	3.77	2.36(5)	1.41(3)
2000	245	28	11.53	7.35(18)	4.08(10)
2001	151	24	15.89	5.96(9)	9.93(15)
2002	161	33	20.50	12.42(20)	8.07(13)
合计 Total	769	93	12.09	6.76(52)	5.33(41)

抗性品种检出率=抗性品种数/鉴定品种总数×100%。

Percentage of resistant varieties = Number of resistant varieties or lines/number of varieties or lines tested ×100%。

表2 水稻品种对褐飞虱持抗期评价标准

Table 2. Evaluation standard for durable resistance of rice varieties to the brown planthopper.

级别 Grade	苗期 Seedling	成株期 Adult
无持抗期 No durable resistance period(ND)	0	0
短持抗期 Short durable resistance period(SD)	1~2	1~7
中持抗期 Middle durable resistance period(MD)	5~10	10~13
长持抗期 Long durable resistance period(LD)	≥11	≥16

持抗期指从TN1受害达9级后供试品种的抗性上升至7~9级前3 d的时间。

Durable resistance period means the days when resistance of tested varieties goes up to grades 7-9 as TN1 is at grade 9.

2 结果与分析

在1999年至2002年期间,通过769个水稻新品种(系)苗期对褐飞虱的抗性鉴定,筛选出93个持抗品种,抗性品种检出率为12.09%;其中抗性级别为0~3级品种有52个,检出率为6.76%;5级品种有41个,检出率为5.33%。但每年的抗虫品种检出率相差较大,1999年为3.77%,2000年为11.53%,2001年为15.89%,2002年为20.50%(表3),这说明我国水稻抗虫育种的水平正在不断提高。

在筛选出的93个水稻新品种(系)中,长持抗期(LD)、中持抗期(MD)、短持抗期(SD)的品种分别有3、13和77个(表4)。在这些抗性品种中,中组80、中组83、明恢77等3个品种的持抗期均大于等于11 d,属长持抗期的抗性品种;N优航恢63、中组14、II优845、中组13、II优281、中组15、中浙1号、Utri Rajapan、Triveni、II优810、浙优2101、光亚2-2、培矮64S/E32等13个品种的持抗期均在5~9 d,属中持抗期的抗性品种;中组81、中组84、协优982、协优9312、嘉育948等77个品种的持抗期均小于5 d,属短持抗期的抗性品种(表4中抗性为5级的短持抗期品种未列出)。

同时,对1999~2000年苗期抗性鉴定结果为0~5级和部分2001年苗期抗性级别为0~5级的47个水稻品种进行成株期持抗期鉴定,结果显示:抗性级别0~3级的品种有7个,5级的品种有21个,7~9级(即无抗性)的品种20个。其中,在苗期与成株期鉴定中,长持抗期、中持抗期和短持抗期级相一致的品种分别有3、3和15个,如长持抗期一致的

表4 部分水稻新品种(系)苗期对褐飞虱的抗性反应

Table 4. Resistance level of some newly-bred rice varieties at seedling stage to *N. lugens*.

年份 Year	品种(系) Variety (Line)	类型 Type	抗级 RG	持抗期	持抗期
				DRP /d	级别 DRL
	ASD7(CK)	籼稻	3~5	6~12	MD~LD
	TN1(CK)	籼稻	9	0	ND
常规品种 Conventional rice variety(line)					
1999	中组 80 Zhongzu 80	籼稻	0	11	LD
2000	中组 83 Zhongzu 83	籼稻	0	>11	LD
2000	中组 81 Zhongzu 81	籼稻	0	4	SD
2000	中组 84 Zhongzu 84	籼稻	0	4	SD
2000	中鉴 99-90 Zhongjian 99-90	籼稻	1	3	SD
2000	Z9708	籼稻	1	2	SD
2000	W9887S	籼稻	1	2	SD
1999	明恢 77 Minghui 77	籼稻	3	11	LD
2002	中组 14 Zhongzu 14	籼稻	3	9	MD
2002	中组 13 Zhongzu 13	籼稻	3	8	MD
2002	中组 15 Zhongzu 15	籼稻	3	6	MD
2001	Utri Rajapan	籼稻	3	6	MD
2001	Triveni	籼稻	3	5	MD
1999	五丰占 2 号 Wufengzhan 2	籼稻	3	4	SD
1999	浙农大 724 Zhenongda 724	粳稻	3	3	SD
2000	特新占 Texinzhan	籼稻	3	3	SD
2000	嘉育 948 Jiayu 948	籼稻	3	3	SD
2000	金龙占 Jinlongzhan	籼稻	3	2	SD
2000	中组 82 Zhongzu 82	籼稻	3	2	SD
杂交水稻 Hybrid rice					
2000	两优 645 Liangyou 645	籼稻	0	3	SD
2000	协优 4386 Xieyou 4386	籼稻	0	2	SD
2002	N 优航恢 63 N Youhanghui 63	籼稻	1	6	MD
2000	协优 982 Xieyou 982	籼稻	1	3	SD
2000	新优 9824 Xinyou 9824	籼稻	1	2	SD
2002	II 优 845 II You 845	籼稻	3	8	MD
2002	II 优 281 II You 281	籼稻	3	6	MD
2002	中浙 1 号 Zhongzhe 1	籼稻	3	6	MD
2001	II 优 810 II You 810	籼稻	3	5	MD
2001	II 优 16 II You 16	籼稻	3	4	SD
2002	D 优 N5 D You N5	籼稻	3	4	SD
2002	金优 343 Jinyou 343	籼稻	3	4	SD
2002	中优 N5 Zhongyou N5	籼稻	3	4	SD
1999	香两优 68 Xiangliangyou 68	粳稻	3	3	SD
2001	协优 9312 Xieyou 9312	籼稻	3	3	SD
2001	宜香优 1577 Yixiangyou 1577	籼稻	3	3	SD
2001	甬梗 2 号/K2015 YJ2/K2015	粳稻	3	3	SD
2002	汕优 R200 Shanyou R200	籼稻	3	3	SD
2002	D 优 363 D You 363	籼稻	3	3	SD
2002	协优 5968 Xieyou 5968	籼稻	3	3	SD
2002	浙优 2129 Zheyou 2129	籼稻	3	3	SD
2002	协优 205 Xieyou 205	籼稻	3	3	SD
2000	协优 4384 Xieyou 4384	籼稻	3	2	SD
2001	嘉优 99 Jiayou 99	籼稻	3	2	SD
2002	II 优 218 II You 218	籼稻	3	2	SD
2002	中优 205 Zhongyou 205	籼稻	3	2	SD
2002	宁二 A/T1462 Ning'er A/T1462	籼稻	3	2	SD
2002	协优 122 Xieyou 122	籼稻	3	2	SD
2000	甬梗 2 号 A/K2001 YJ2A/K2001	粳稻	3	1	SD
2000	K 优 17 K You 17	籼稻	3	1	SD
2001	中浙 2 号 Zhongzhe 2	籼稻	3	1	SD
2002	II 优 813 II You 813	籼稻	3	1	SD
2001	浙优 2101 Zheyou 2101	籼稻	5	6	MD
2000	培矮 64S/E32 Pei'ai 64S/E32	籼稻	5	5	MD
2001	光亚 2-2 Guangya 2-2	籼稻	5	5	MD

YJ, Yongjing; RG, Resistance grade; DRP, Durable resistance period; DRL, Durable resistance level.

有明恢 77、中组 80、中组 83; 中持抗期一致的有 Triveni、培矮 64S/E32、Utri Rajapan; 短持抗期一致的有两优 303、香两优 68、嘉育 948 等 15 个品种。在不一致的 26 个品种中, 苗期为短持抗期而在成株期又上升至中持抗期的有 3 个, 如中组 84、中组 81、五丰占 2 号; 苗期为中持抗期而在成株期下降为短持抗期的有 3 个, 即 II 优 810、浙优 2101、光亚 2-2; 苗期为短持抗期而成株期降至感虫无持抗期的有 21 个品种(表 5 中苗期为短持抗期、成株期为感虫无抗期的品种仅部分列出), 如协优 4386、协优 982。

鉴定结果(表 5)还表明, 中组 80、中组 81、中组 83、中组 84 等无论在苗期抗虫性鉴定还是成株期持抗期测定均为 0~3 级, 表现出高抗生性或免疫性; 中组 82、中组 78、中组 13、中组 14、中组 15 在苗期的抗级为 3~5 级, 表现为抗或中抗水平, 在成株期的抗级多为 5 级, 表现为中抗水平(后 4 个品种未在表 5 中列出)。说明中组系列品种的抗虫性好, 其原因可能是由于这些亲本中含有抗褐飞虱生物型 2 的抗源 IR36(*bph2* + 微效基因)或者 IR64(*Bph1* + 微效基因)。另外, 以不育系协青早 A 作为母本育成的组合如协优 4386、协优 982、协优 9312、协优 205、协优 4384 等协优系列在苗期表现出较好的抗虫性, 但在成株期的抗性鉴定中多数品种属于中抗至中感水平。

3 讨论

水稻品种对褐飞虱的抗虫性筛选方法很多, 水稻苗期有标准集团筛选法、改良集团筛选法、单株接虫鉴定法, 成株期有分蘖盛期单株接虫鉴定法、集团筛选法、存活指数测定法、蜜露量测定法, 还有移栽分蘖筛选法等^[3,5,7], 但不同方法均有各自的优缺点。

影响水稻品种对稻飞虱抗虫性筛选结果的因素也很多, 如供试水稻品种的苗龄、种子纯度、稻飞虱虫源性质、虫量和虫龄、温度等。有关研究表明, 水稻品种尤其是中抗品种的抗性水平随秧龄增加而提高^[8], 而秧龄过长则可能由于缺氮稻叶变黄而影响目测结果^[9]。不少水稻品种苗期和成株期对褐飞虱的抗性不一致, 有些品种是苗期抗虫, 而成株期感虫; 有些品种是苗期感虫, 而成株期抗虫^[6]。水稻种子纯度、出苗速度不一致也会影响筛选结果, 例如粳稻发芽往往比籼稻迟。由于大田推广了不同类型的抗性水稻品种, 田间稻飞虱种群的性质发生了一定的变化, 导致了个体间的异质性^[10], 故在不同年份间对同一水稻品种抗虫性筛选结果可能会有较大的出入。为了保持试验条件的相对一致性, 减少外界因子对鉴定结果的影响, 本文所述的抗性鉴定均在每年 6 月份先进行初筛, 淘汰受害级别为 9 级的品种, 然后在 9 月份对其余品种进行复筛。

试验结果也说明, 对苗期和成株期持抗期一致的品种可用苗期的持抗期级别评定该品种的持抗性, 不一致的品种以成株期的持抗期级别评定该品种的持抗性, 因为田间褐飞虱的为害高峰多发生在水稻生长的中后期, 所以以成株期的持抗期级别评定该品种的持抗性将更具可靠性。不过苗期抗虫性鉴定在一定范围内可为成株期鉴定提供线索并减少成株期的鉴定工作量。

通过对杭州地区褐飞虱在生物型鉴别水稻品种上的存

表5 部分水稻品种苗期和成株期对褐飞虱的抗性比较

Table 5. Comparison for resistance of some rice varieties at seedling and adult stages to *N. lugens*.

新品种(系) New variety (line)	类型 Type	苗期 Seedling stage			成株期 Adult stage		
		抗性级别 Resistance grade	持抗期 Durable resistance period/d	持抗期级别 Durable resistance level	抗性级别 Resistance grade	持抗期 Durable resistance period/d	持抗期级别 Durable resistance level
ASD7(CK)	籼稻	1~3	≥8	MD	1~5	≥9	MD
TN1(CK)	籼稻	9	0	0	9	0	ND
常规品种 Conventional variety (line)							
中组 80 Zhongzu 80	籼稻	0	11	LD	0	≥16	LD
中组 83 Zhongzu 83	籼稻	0	>11	LD	3	≥16	LD
中组 84 Zhongzu 84	籼稻	0	4	SD	3	10	MD
中组 81 Zhongzu 81	籼稻	0	4	SD	3	13	MD
W9887S	籼稻	1	2	SD	5	1	SD
中鉴 99-90 Zhongjian 99-90	籼稻	1	3	SD	5	1	SD
Z9807	籼稻	1	2	SD	5	1	SD
明恢 77 Minghui 77	籼稻	3	11	LD	0	≥16	LD
Triveni	籼稻	3	6	MD	5	13	MD
Utri Rajapan	籼稻	3	5	MD	5	10	MD
五丰占 2 号 Wufengzhan 2	籼稻	3	4	SD	3	13	MD
嘉育 948 Jiayu 948	籼稻	3	3	SD	5	7	SD
浙农大 724 Zhenongda 724	粳稻	3	3	SD	5	1	SD
特新占 Texinzhan	籼稻	3	3	SD	5	1	SD
金龙占 Jinlongzhan	籼稻	3	2	SD	5	1	SD
中组 82 Zhongzu 82	籼稻	3	2	SD	5	1	SD
杂交水稻 Hybrid rice							
协优 4386 Xieyou 4386	籼稻	0	2	SD	7	0	ND
两优 645 Liangyou 645	籼稻	0	3	SD	5	1	SD
新优 9824 Xinyou 9824	籼稻	1	2	SD	5	1	SD
协优 982 Xieyou 982	籼稻	1	3	SD	7	0	ND
II 优 810 II You 810	籼稻	3	5	MD	5	1	SD
II 优 16 II You 16	籼稻	3	4	SD	5	1	SD
协优 9312 Xieyou 9312	籼稻	3	4	SD	5	1	SD
香两优 68 Xiangliangyou 68	籼稻	3	3	SD	3	1	SD
甬梗 2 号/K2015 Yongjing 2/K2015	粳稻	3	3	SD	7	0	ND
协优 4384 Xieyou 4384	籼稻	3	2	SD	7	0	ND
协优 5968 Xieyou 5968	籼稻	3	2	SD	7	0	ND
浙优 2101 Zheyou 2101	籼稻	5	6	MD	5	1	SD
光亚 2-2 Guangya 2-2	籼稻	5	5	MD	5	1	SD
培矮 64S/E32 Pe'ai 64S/E32	籼稻	5	5	MD	5	10	MD

活指数的监测结果显示,杭州田间褐飞虱种群的致害性在1999~2002年以生物型2为主,兼有部分生物型3的特性,故上述鉴定出的抗虫品种应该是抗褐飞虱生物型2为主的品种。

另外,我们根据水稻品种的受害级别和持抗期长短,发现培矮64S/E32、Triveni、Utri Rajapan等品种对褐飞虱为害有较强的耐虫性,其理由是培矮64S/E32、Triveni、Utri Rajapan无论在苗期鉴定还是成株期持抗期测定均表现出中抗水平,抗性级别稳定,持抗期也长(表5),这3个品种对褐飞虱的耐害性已在有关研究中得到证实^[11]。所以,我们认为利用水稻苗期和成株期的受害级别和持抗期长短鉴定耐褐飞虱品种是可行的,这为筛选耐褐飞虱水稻品种提供了一个新方法。

谢辞:试验中得到浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所陶林勇副研究员的大力帮助,特此致谢。

参考文献:

1 陈建明. 杀虫剂诱导褐飞虱再猖獗的原因分析. 植物医生, 1996, (2): 5-6.

- 寒川一成, 刘光杰, 沈君辉. 中国杂交稻的“超感虫性”研究概况. 中国水稻科学, 2003, 17(增刊): 23-30.
- Heinrichs E A, Medrano F. Genetic evaluation for insect resistance in rice. Manila: IRRI, 1985. 92-110.
- 张志涛. 水稻品种抗褐飞虱的改进筛选法及其应用. 中国水稻科学, 1986, 1(1): 74-79.
- 傅强, 陈伟, 张志涛. 分蘖筛选技术在稻工程苗抗褐飞虱特性评价中的应用. 中国水稻科学, 1994, 8(4): 247-249.
- 陶林勇, 俞晓平, 吕仲贤, 等. 水稻新品种(系)对褐飞虱持抗性的鉴定. 浙江农业学报, 1999, 11(6): 315-320.
- 刘光杰, 付志红, 沈君辉, 等. 水稻品种对稻飞虱抗性鉴定方法的比较研究. 中国水稻科学, 2002, 16(1): 52-56.
- 俞晓平, 巫国瑞, 陶林勇. 水稻品种抗稻飞虱筛选技术评价. 昆虫知识, 1989, 28(1): 59-62.
- 王希仁, 秦厚国. 水稻品种对褐飞虱的抗性筛选方法. 江西农业科技, 1986, (7): 19-21.
- 巫国瑞, 陶林勇, 陈福云, 胡国文. 水稻对白背飞虱抗性筛选方法的探讨. 昆虫学报, 1986, 29(4): 453-455.
- 陈建明, 俞晓平, 程家安, 等. 不同水稻品种对褐飞虱为害的耐性和补偿作用评价. 中国水稻科学, 2003, 17(3): 265-269.