

水稻品种对褐稻虱的抗性*

曾 玲 吴 荣 宗
(华 南 农 学 院)

● **摘要** 本文运用苗期抗性筛选法,测定了 9 个水稻品种对褐稻虱的抗性及其与秧龄的关系,表明秧龄对高抗品种的抗性表现影响不显著,而部分中抗品种的抗性则随秧龄增长而加大。抗性机制研究证明:高抗品种 7105 具有很强的不嗜性和抗生性;而包选 2 号和辐包矮 21 等中抗品种则以耐虫性为主,兼有不同程度的抗生性。

关键词 褐稻虱 水稻抗虫性

褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 是亚洲稻区的主要水稻害虫之一。近年来,国际稻作研究所(IRRI)推广了具有单基因高抗品种后,褐稻虱产生了新的生物型,使原来的抗虫品种丧失抗性(Heinrichs, 1979; Pathak 等, 1979)。为了解决此问题,国外已开展了对水稻中抗品种的研究与利用。作者参考 IRRI 制定的水稻品种抗性鉴定方法,测定了 9 个水稻品种苗期对褐稻虱的抗性表现,从中选取了具有代表性的,在广东仍有较大种植面积的中抗品种包选 2 号、辐包矮 21、中山红和浙江省农科院育成的高抗品种 7105; 以及 IRRI 提供的中抗品种 Triveni, 感虫对照种台中本地 1 号(TN1),着重研究分析了以上品种对褐稻虱的抗性机制,并利用生命表方法探讨了抗性品种对褐稻虱实验种群的控制作用;目的为中抗品种的发掘和利用提供依据。

材 料 与 方 法

一、品种抗性与秧龄的关系

供试昆虫为褐稻虱生物型 1 的 2—3 龄若虫,供试品种为 TN1(感虫对照种)、Mudgo(抗虫对照种)和包选 2 号等共 9 个待测品种。

本试验利用较为简便的苗期筛选法(吴荣宗等,1981),测定各品种在 10 天和 45 天秧龄期对褐稻虱的抗性表现,接虫量分别为每株 5 头和 10 头。

二、品种抗性对褐稻虱取食的影响

所有供试品种的试验均分为 30 天、45 天和 60 天三个秧龄期进行。方法参照吴荣宗等(1981)的蜜露测定法,仅改用 0.2% 溴甲酚绿(bromocresol green)的无水乙醇溶液处理滤纸上的蜜露。

三、品种抗性对褐稻虱种群数量的影响

1. 对生存率、发育进度的影响

方法参照吴荣宗等(1981)的生存率试验,但每盆种水稻 5 株,供试品种的各秧龄期均

本文于 1983 年 5 月收到。

* 本文为 1982 年 12 月通过硕士研究生毕业论文的部分内容。

设 5 个重复。

2. 对繁殖力的影响

卵巢发育 取在各品种上刚羽化的褐稻虱雌成虫, 分别于羽化后的 0、2、4、6、8 天解剖卵巢, 每次每品种解剖 5 头(长翅型 3 头, 短翅型 2 头), 卵巢发育情况参考陈若澆等(1979)采用的分级标准。

产卵前期 将不同品种的稻株分别装入盛有水培营养液的 4.5×20 厘米大试管中(每管 3 株), 以纱布封口。每管接人在相同品种上刚羽化的褐稻虱成虫 15 头(其中雄虫 5 头, 长、短翅型雌虫各 5 头), 设 5 个重复。每天更换稻株并检查发现卵粒的初产日期。

产卵量 剪取各供试品种孕穗期稻株一段, 试验装置同前。每品种设 10 支试管, 其中长、短翅型褐稻虱各占 5 支。取在各品种上刚羽化的成虫, 相应地接回各品种的稻株上, 每管接虫 2 对。每 2 天更换新鲜稻株和营养液, 并检查稻株内的卵粒数。

以上各项试验均在恒温 26℃±1℃ 条件下进行。

孵化率 将已怀卵的褐稻虱(长、短翅型雌虫各 20 头)接到盆栽的各供试品种上产卵, 2 天后把成虫移走, 10 天后检查孵化率, 每 100 粒卵为 1 重复, 每品种 10 个重复。

3. 褐稻虱在不同抗性品种上的实验种群生命表

将上述关于生存率、繁殖力的试验结果, 按昆虫生命表方式进行整理, 列出褐稻虱实验种群在不同品种上的生命表, 并按如下公式计算其种群趋势指数 (I) (Morris, 1963):

$$I = S_1 S_2 S_3 \cdots S_n P_2 P_F F$$

式中, I 为种群趋势指数; $S_1 S_2 S_3 \cdots S_n$ 为各龄期存活率; P_2 为雌虫比率; P_F 为达标准卵量百分率; F 为标准产卵量。

四、品种的耐虫性测定

每盆种水稻 4 株, 罩上塑料窗纱养虫笼(口径 11 厘米, 高 72 厘米), 每品种设 5 个重复。各秧龄期均分别接入每株 50 头和 100 头的 2 龄若虫, 并设一空白对照。接虫后每隔 2 天检查一次, 发现死虫即补充进去。以后观察各品种的死苗率评定其耐虫性。

结果与分析

一、品种抗性表现与秧龄的关系

不同品种的受害程度差异表现显著(表 1)。在 10 天和 45 天秧龄期, Mudgo 和 7105 都呈抗性反应; Triveni、辐包矮 21 和辐包矮 1 号均呈中抗反应; 但其余几个品种的抗性因秧龄的不同而表现不一致: 在 10 天秧龄期, 包选 2 号、中山红和谷包 117 均呈感虫反应, 但当秧龄增至 45 天时表现出不同程度的中抗。这表明上述品种的抗性随秧龄增长而加强, 而高抗品种的抗性表现则不受秧龄的影响。

二、不嗜性的测定

接虫后 5 小时高抗品种 Mudgo 和 7105 上的虫数与 TN1 比较差异不显著(图 1), 但接虫后 48 小时, 在上述品种上的飞虱数显著减少, 表明这两品种具有不嗜性。在 10 天秧龄期, 供试的中抗品种上的虫数均与 TN1 无显著差异; 但在 45 天秧龄期, Triveni、辐包矮 21 和辐包矮 1 号植株上的虫数却比 TN1 要少, 表现出一定的非嗜好性。

三、抗生性的测定

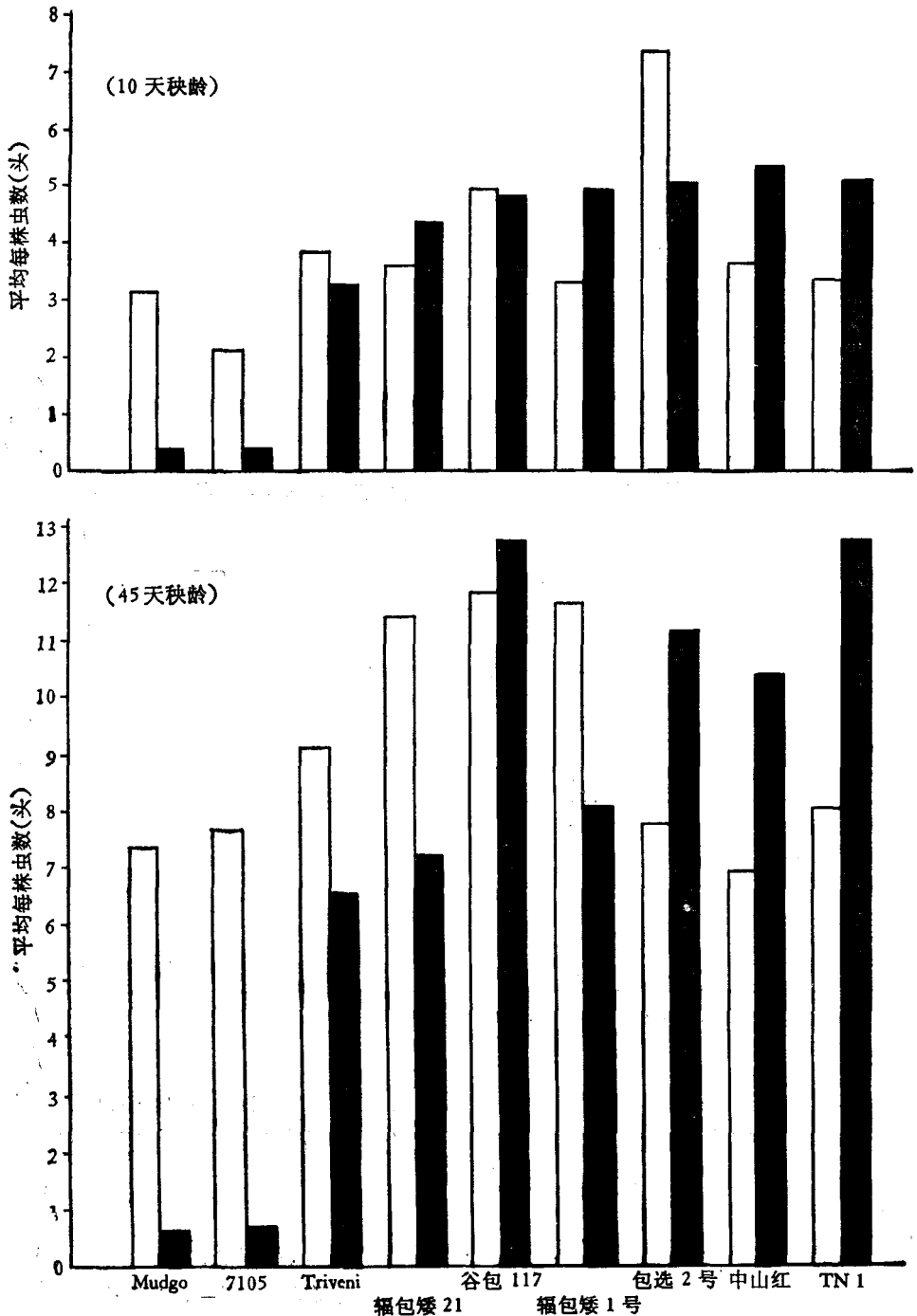


图 1 褐稻虱对不同品种的不嗜性

□ 接虫后 5 小时 ■ 接虫后 48 小时

1. 品种抗性对褐稻虱取食的影响

根据 Paguia 等(1980)报道,褐稻虱的排蜜露量与其取食量成正比。测量褐稻虱取食

表 1 水稻品种不同秧龄期抗性表现

品 种	10 天秧龄			45 天秧龄		
	受害级别*		抗性级别***	受害级别		抗性级别
	1**	2		1	2	
TN1	9	9	S	4	9	S
中山红	9	9	S	3.6	3.6	MR
包选 2 号	9	9	S	3	3	MR
谷包 117	7.3	9	S	3.7	3.7	MR
辐包矮 1 号	5	5.7	MR	3.7	3.7	MR
辐包矮 21	2.6	2.6	MR	3	3	MR
Triveni	2.6	2.6	MR	2.3	3	MR
7105	0	0	R	1	1	R
Mudgo	0	0	R	1	1	R

* 表内数值为三个重复的平均值。

** 检查次数

*** R—抗, 0—2 级; MR—中抗, 3—5 级; S—感, 6—9 级

各品种所排泄的蜜露面积, 表明褐稻虱在抗虫品种 7105 上的取食量远比在 TN1 上的少(表 2)。

表 2 褐稻虱取食不同品种蜜露排泄量测定

品 种	蜜露面积 (mm ²)*		
	30 天秧龄	45 天秧龄	60 天秧龄
TN1	281.5a**	294.6a	247.7a
中山红	279.3a	222.4ab	102.3c
包选 2 号	264.8a	237.2ab	96.5c
辐包矮 21	159.1b	110.6c	78.9cd
Triveni	212.4ab	112.8c	99.4c
7105	27.6d	32.6d	34.6d

* 表中数值为 5 个重复的平均值。

** 表中各栏内, 后面跟有相同字母者经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

由表 2 看出, 抗虫品种 7105 对褐稻虱取食的不良影响最大, 其次是中抗品种辐包矮 21 和 Triveni, 而中抗品种包选 2 号和中山红在 60 天秧龄期也有一定程度的不良作用。

2. 品种抗性对褐稻虱种群数量的影响

(1) 对生存率、发育进度的影响

不同抗性的品种对褐稻虱生存率的影响有明显的差别, 见表 3。

褐稻虱在不同品种上的发育进度见表 4。在供试的各秧龄期中, 褐稻虱在 TN1 上的发育进度最快, 而在 7105 上的则最慢, 在辐包矮 21 和 Triveni 上的发育进度均较 TN1 的慢。在 30 天秧龄的包选 2 号和中山红上, 飞虱发育进度与 TN1 差异不显著, 但在 60 天秧龄时却较 TN1 的慢。

(2) 对繁殖力的影响

表 3 褐稻虱在不同水稻品种上的生存率

品 种	生 存 率 (%)*		
	30天秧龄	45 天秧龄	60天秧龄
TN1	90abc**	96a	90abc
中山红	84abc	92abc	52d
包选 2 号	80abc	94ab	52d
辐包矮 21	76c	78bc	40d
Triveni	70c	70c	46d
7105	8e	10e	4e

* 表中数值为 5 个重复平均值。

** 表中数值后面跟有相同字母者,经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

表 4 不同水稻品种对褐稻虱发育进度的影响*(1981.10)

品 种	各虫态所占比率(%)											
	30 天秧龄				45 天秧龄				60 天秧龄			
	3 龄	4 龄	5 龄	成虫	3 龄	4 龄	5 龄	成虫	3 龄	4 龄	5 龄	成虫
TN1	0.0	2.2	91.1	6.7	0.0	79.5	20.5	0.0	0.0	15.2	37.0	47.8
中山红	0.0	9.5	85.7	4.8	0.0	64.9	35.1	0.0	0.0	56.1	39.0	4.9
包选 2 号	0.0	12.5	82.5	5.0	0.0	92.1	7.9	0.0	0.0	64.9	29.7	5.4
辐包矮 21	5.3	65.8	28.9	0.0	33.3	66.7	0.0	0.0	5.1	79.5	15.4	0.0
Triveni	0.0	54.3	45.7	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	66.7	29.2	4.1	0.0
7105	20.0	60.0	20.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	62.5	37.5	0.0	0.0

* 接虫后 10 天检查结果。设 5 次重复,表中数字为平均值。

表 5 品种抗性对褐稻虱繁殖力的影响(一)**

品 种	卵 巢 发 育 程 度						产卵前期(天)
	级 别		卵巢小管长度(mm)		成熟卵粒数		
	4 天*	6 天	4 天	6 天	4 天	6 天	
TN1	4.0	4.0	2.2752a***	2.5760a	13.6	50.0	3.4
中山红	3.8	4.0	2.2112a	2.3648a	7.2	47.2	4.2
包选 2 号	3.6	4.0	1.7056b	2.1376b	4.8	21.0	4.5
辐包矮 21	2.8	3.8	1.1936d	1.6448c	0.0	4.8	6.3
Triveni	3.2	4.0	1.5200c	2.0032b	0.4	27.2	6.0
7105	2.6	3.8	1.1424d	1.6224c	0.0	4.4	7.6

* 羽化后天数。

** 表中为 5 个重复的平均值。

*** 表中各栏内数字后面跟有相同字母者,经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

结果见表 5—6。与 TN1 相比,在 7105 上的褐稻虱卵巢发育最缓慢,产卵前期最长,产卵量最少,孵化率也较低。其次是辐包矮 21,在其植株上取食的褐稻虱卵巢发育、产卵前期和产卵量接近 7105 的水平,但对孵化率影响不大。包选 2 号和 Triveni 对褐稻虱的卵巢发育和产卵量也有一定的不良影响,但不及 7105 和辐包矮 21 的显著。中山红则在

表 6 品种抗性对褐稻虱繁殖力的影响(二)*

品 种	产卵量(粒/♀)	孵化率(%)
TN1	372.5a**	98.0a
中山红	399.6a	97.8a
包选 2 号	260.6b	97.0ab
辐包矮 21	55.1c	95.0b
Triveni	216.1b	95.8ab
7105	43.0c	83.0c

* 表中为 10 个重复的平均值。

** 表中各栏内数字后面跟有相同字母者,经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

表 7 在不同水稻品种上(45 天秧龄)褐稻虱实验种群生命表*

虫 期	死亡因子	逐期存活率(S)						
		TN1	中山红	包选 2 号	辐包矮 21	Triveni	7105	
卵	品种抗性	0.9800	0.9800	0.9700	0.9500	0.9600	0.8300	
若 虫	品种抗性	1 龄	0.9604	0.9408	0.9312	0.7790	0.7296	0.1494
		2 龄	0.9604	0.9408	0.9312	0.7790	0.7077	0.1494
		3 龄	0.9604	0.9220	0.9126	0.7790	0.7077	0.1001
		4 龄	0.9412	0.9035	0.9126	0.7790	0.6865	0.0671
		5 龄	0.9412	0.9035	0.9126	0.7634	0.6659	0.0671
成 虫	雌虫比率 P_g	0.4706	0.4518	0.4563	0.3817	0.3329	0.0335	
	达标准卵量百分率 P_F^{**}	0.1753	0.1805	0.1189	0.0210	0.0719	0.0014	
种群趋势指数(I)		175.3a***	180.5a	118.9b	21.0d	71.9c	1.4e	

* 在每个品种上,每个发育阶段供试若虫数为 50 头,试验在恒温 27℃,相对湿度 $\geq 90\%$ 条件下进行。5 次重复。雌虫比率均用 0.5。

** 标准产卵量用我们观察到的单雌最高产卵量——1000 粒/♀。

*** 表中数字后面跟有相同字母者经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

各方面均与 TN1 无明显差异。

(3) 褐稻虱在不同抗性品种上的实验种群生命表

从表 7—8 可以看出,除 45 天秧龄的中山红外,褐稻虱实验种群在其余几个品种上的种群趋势指数(I)与 TN1 的差异显著。

综上所述结果表明,由于高抗、中抗品种的抗生性对褐稻虱的生存率、发育速度和繁殖力均有抑制作用,因而不同程度地抑制了褐稻虱种群数量的发展。高抗品种 7105 表现出强抗性,在供试的中抗品种中,辐包矮 21 对褐稻虱的繁殖力的不利影响较大,其次是 Triveni 和包选 2 号,而中山红在这方面则无明显的影响。上述中抗品种对褐稻虱繁殖力的不同影响,也反映了这些品种所具有的抗生性程度的强弱。即在中抗品种中,以辐包矮 21 和 Triveni 的抗生性最强,其次为包选 2 号,中山红的最弱。

四、耐虫性的测定

在每株 50 头的虫口密度下,品种 Triveni、辐包矮 21、包选 2 号和中山红在各秧龄

表 8 在不同水稻品种上(60 天秧龄)褐稻虱实验种群生命表*

虫 期		死亡因子	逐期存活率 (S)					
			TN1	中山红	包选 2 号	辐包矮 21	Triveni	7105
卵		品种抗性	0.9800	0.9800	0.9700	0.9500	0.9600	0.8300
若 虫	1 龄	品种抗性	0.9604	0.8428	0.7954	0.8170	0.7296	0.2490
	2 龄		0.9220	0.8007	0.7159	0.7435	0.6129	0.1320
	3 龄		0.9220	0.8007	0.7159	0.6320	0.5945	0.1320
	4 龄		0.9220	0.7447	0.6944	0.6320	0.5945	0.1162
	5 龄		0.9036	0.7075	0.6527	0.6320	0.5588	0.0999
成 虫		雌虫比率 $P_{\bar{f}}$	0.4518	0.3538	0.3264	0.3160	0.2794	0.0499
		达标准卵量百分率 $P_{f^{**}}$	0.1683	0.1414	0.0851	0.0174	0.0604	0.0021
种群趋势指数 (I)			168.3a***	141.4b	85.1c	17.4e	60.4d	2.1e

* 见表 7。

** 见表 7。

*** 见表 7。

表 9 水稻品种的耐虫性测定

品 种	死 苗 率 (%)*					
	50 头/株			100 头/株		
	30 天秧龄	45 天秧龄	60 天秧龄	30 天秧龄	45 天秧龄	60 天秧龄
TN1	100a**	100a	100a	100a	100a	100a
中山红	20de	0g	0g	70b	25d	5fg
包选 2 号	15def	0g	0g	55c	20de	5fg
辐包矮 21	10efg	0g	0g	45c	15def	10efg
Triveni	5fg	0g	0g	0g	5fg	0g

* 当对照种 TN1 全部死亡时检查, 设 5 重复, 表中为平均值。

** 表中数字后面跟有相同字母者, 经方差分析表明在 0.05 水平差异不显著。

期的死苗率均显著少于 TN1 (表 9)。当虫口密度增至每株 100 头时, 除 Triveni 外, 各品种 30 天秧龄期的死苗率显著增高; 但当秧龄增长到 45 天和 60 天时, 这些品种的死苗率又明显降低。

表 9 结果表明, 供试的几个中抗品种均具有较强的耐虫性, 这种耐虫性随着秧龄的增长而增强, 并有随着虫口密度增加而减弱的趋势。因此, 秧龄和虫口密度, 都是影响品种耐虫性的重要因素。

讨 论 与 结 论

一、水稻对褐稻虱抗性机制分析

根据试验结果, 说明水稻对褐稻虱的抗性机制因品种类型不同而异。高抗品种对褐稻虱表现出明显的不嗜性和抗生性。以稻种 7105 为例, 接虫后 48 小时, 其虫口密度比

TN1 显著降低;饲养于此品种上的褐稻虱取食量少,发育缓慢,死亡率高,产卵量和孵化率均低,因而使飞虱的种群受到很大的抑制。中抗品种在秧苗早期一般对飞虱不表现出不嗜性;它的抗性有随秧龄增高而加大的趋势,但均低于高抗品种,其中尤以中山红和包选 2 号的抗性最弱。此外,供试的中抗品种均表现出较强的耐虫性,因此,可以认为耐虫性是中抗品种的主要的抗性机制,而抗性则是高抗品种的重要特征,这与前人研究的结论是一致的 (Sogawa 和 Pathak, 1970; Ho 等, 1980)。

由于中抗品种的抗性在程度上表现有相对的差别,因此其抗性机制又可分为两种类型:一类以辐包矮 21 为代表,具有较强的耐虫性,同时还具有较强的抗性,后期还表现出一定的不嗜性;另一类如包选 2 号,其抗性特点是以耐虫性为主,兼有较弱的抗性。

二、中抗品种在害虫综合治理中的应用

中抗品种具有较强的耐虫性,可忍受较高密度的害虫为害,因而经济损失阈值较高,这对于害虫综合治理是有利的。但中抗品种是否会比感虫品种更能促进害虫种群的增长?在本试验结果中,没有证据表明中抗品种有促进害虫种群增长的作用。例如,辐包矮 21 和 Triveni 等抗性较强的中抗品种,45 天和 60 天秧龄期对褐稻虱的种群增殖都表现出较强的抑制作用。抗性较弱的中抗品种包选 2 号,对害虫的种群增长也有一定的抑制,其中以 60 天秧龄期表现尤为明显。甚至抗性表现最微弱的中抗品种中山红,害虫种群趋势指数也不会显著高于 TN1 (表 7-8)。由此可见,中抗品种与感虫品种相比,并不会更易促进害虫种群的增长。当然,与 7105 等高抗品种比较,中抗品种对害虫种群的抑制作用显得较低,但作为一个稳定而持久的控制因素,加上中抗品种不容易使害虫产生新的生物型,故不能低估它在害虫综合治理中的作用。

参 考 文 献

- 吴荣宗、张良佑、邱细广、莫蒙昇 1981 我国主要稻区褐稻虱生物型的研究。植物保护学报 8(4): 217—26。
 陈若麓、程邈年、杨联民、殷向东 1979 褐飞虱卵巢发育及其与迁飞的关系。昆虫学报 22(3): 280—8。
 Heinrichs, E. A. 1979 Varietal resistance to the brown planthopper and yellow stemborer, major pests of rice in tropical Asia. pp. 195—217. in International Rice Research Institute and Chinese Academy of Agricultural Sciences. Rice improvement in China and other countries. 370 p.
 Ho, D. T., E. A. Heinrichs., and G. S. Khush. 1980 Mechanisms of moderate resistance in rice varieties to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Saturday Seminar, May 17, 1980, International Rice Research Institute, 51 p.
 Morris, R. F. 1963 Predictive population equation based on key factors. *Mem. Ent. Can.* (32): 16—21.
 Paguia, P., M. D. Pathak, and E. A. Heinrichs, 1980 Honeydew excretion measurement techniques for determining differential feeding of biotypes of *Nilaparvata lugens* on rice varieties *Jour. Econ. Ent.* 73: 35—40.
 Pathak, M. D. and G. S. Khush. 1979 Studies of varietal resistance in rice to the brown planthopper at the IRRI. pp. 285—301. in Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. 369 p.
 Sogawa, K., and M. D. Pathak. 1970 Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Homoptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.* 5(3): 145—58.

THE RESISTANCE OF RICE VARIETIES TO THE BROWN PLANTHOPPER, *NILAPARVATA LUGENS* (STAL)

ZENG LING WUNG JUNG-TSUNG

(*South-China Agricultural College*)

The resistance of 9 rice varieties to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål), was tested by using the seedling bulk screening method. Among the 9 varieties tested, Mudgo and 7105 was highly resistant (HR); while Triveni, Fubaoai 21, Fubaoai 1, Baosyan 2, Zhungshanhong and Gubao 117 were moderately resistant (MR). It was found that an age-related increase in resistance of the plant to the BPH was evident in the moderately resistant varieties, but this was not found in the high resistant ones.

The nature of the resistance of MR varieties, including Fubaoai 21, Baosyan 2, Zhungshanhong and Triveni, and HR variety 7105 was studied. The results were as follows:

1) The BPH did not prefer the HR varieties on which the insects had low food uptake, slow development, high mortality, and low fecundity and egg hatchability, due to the presence of antibiotic factors. Therefore the population growth on HR varieties was suppressed.

2) The MR varieties of Fubaoai 21 and Triveni were preferred by BPH for feeding at 10-day old plants, but they were not preferred at 45-day old plants, on which the caged insects had retarded development and low levels of survival and fecundity. Thus on the above mentioned two varieties the insect populations were smaller as compared with that on the susceptible TN 1. Except at 60-day old plants, no significantly adverse effects of the varieties such as Baosyan 2 and Zhungshanhong at 45-day old plants on this insect were observed.

Thus, the moderate resistance in the varieties Fubaoai 21 and Triveni is caused by the strong antibiosis and some level of tolerance, but the resistance in Baosyan 2 and Zhungshanhong is due to weak antibiosis and high tolerance. In general, the tolerance increased with the increase of the age of the rice plant.

Key words *Nilaparvata lugens*—insect resistance of rice