

中抗褐稻虱稻种抗性 鉴定方法的研究

吴荣宗 李冠雄 张良佑

(植保系)

提 要

采用改良苗期群体筛选法,可将褐稻虱具中抗水平的栽培稻和野生稻与感虫稻种区分开来。但如害虫量过大,则中抗稻种会被评为感虫。此外,当采用植株损害系数评价耐害性时,可用植株生长速率来代替原公式中的植株干物质比率。本法可提高工效,并且不会伤害植株,有利于抗虫品种的后代选育。

关键词 褐稻虱; 水稻; 野生稻; 中抗; 改良苗期群体筛选法; 植株损害系数

引 言

褐稻虱 [*Nilaparvata lugens* (Stål)] 是亚洲地区严重威胁水稻生产的重要害虫之一。应用抗虫品种对防治褐稻虱起着重要的作用。但是自从1973年国际稻作研究所育出第一个具Bph₁抗性基因的抗虫品种IR₂₆后,经过2~3年即在菲律宾发生了能致害的群体一生物型₂^[1,2],1977~1978年推广了具有bph₂抗性基因的品种IR₃₆和IR₄₂,结果1982年后相继在一些国家,如印度尼西亚^[1,8]、菲律宾^[1,7]和所罗门群岛^[1,1]的局部地区又出现了褐稻虱的新生物型。为了克服生物型的问题,一些学者曾提出今后育种工作上要同时注意水平抗性的选育^{[1][10][14]}。采用的抗性鉴定方法主要是标准苗期群体筛选法,这个方法已证实不适用于中抗品种的筛选,因为它不能将中抗品种与感虫品种区分开来,常使前者同样感虫^{[2][10]}。为此,要求找出一个适合于中抗品种的鉴定方法,以发现具水平抗性的育种材料或抗源。本研究工作是在前人的研究基础上,对中抗品种的鉴定方法—稻种的筛选和稻株损害系数的测定分别进行研究,其中野生稻的研究是在国际稻作研究所内进行。植株损害系数曾被作为评定中抗品种的重要指标之一^{[8][10]},一般认为具有中抗水平的稻种,被褐稻虱为害后,表现出的植株损害系数低于感虫品种而高于抗虫品种。

本文有关野生稻的研究是在国际稻作研究所中进行。蒙该所原系主任E. A. Heinrichs博士和F. G. Medrano先生给以热情帮助,特此致谢。

1988年8月19日收稿。

一、试验方法

(一) 稻种的筛选

供试稻种分别播种在育苗箱内，每品种设3个重复，作随机排列。每重复行距5厘米，行长20厘米。播种后第4天间苗，每行保留健苗15~20株。当秧苗长至3.5~4片叶时，每株平均接入褐稻虱2~3龄若虫5头(改良苗期群体筛选法)或14头(高虫量苗期群体筛选法)。应用虫源：栽培稻的为广州饲养的生物型₁，野生稻的为国际稻作研究所饲养的生物型₁、₂与生物型₃。待感虫品种TN₁受害级别达3级时开始进行评级，直至TN₁全部死亡为止。评级采用国际稻作研究所制定的国际统一标准(0~9级)^[18]。接虫后24小时随机计算每重复10株秧苗的虫口密度，以表示褐稻虱对不同水稻品种的嗜好程度。

(二) 中抗稻种植株损害系数的测定

1. 根据植株干重计算损害系数：将60天和30天秧龄的盆栽水稻和野生稻，盖以开有通气纱窗的透明塑料罩(口径13厘米，高90厘米)。然后分别接入褐稻虱2龄若虫50、100和150头，另设不接虫的作空白对照。应用虫源同前：栽培稻的为生物型₁，野生稻的为生物型₂。每稻种每处理均设5个重复。接虫后当对照种TN₁达到3级时，逐日进行评级，评级标准同前。直至TN₁受害达7级时，将全部供试植株连根用水冲净余泥，在75℃恒温下烘干至恒重，并称重。按照Panda与Heinrichs(1983)的下列公式来计算损害系数：

$$\text{植株损害系数}(\%) = [1 - (\text{受害植株干重} / \text{健株干重}) \times (1 - \text{受害级别} / 9)] \times 100\%$$

2. 根据植株生长速率计算损害系数：在进行上述试验的同时，接虫前测量供试植株的高度；接虫后直至试验结束，即TN₁受害达7级时，再测量所有植株的高度。按下列公式计算损害系数：

$$\text{植株损害系数}(\%) = [1 - (\text{受害株生长速率} / \text{健株生长速率}) \times (1 - \text{受害级别} / 9)] \times 100\%$$

$$\text{植株生长速率} = \text{受害前后植株高度的差值} / \text{受害天数}$$

二、试验结果

(一) 稻种的筛选

1. 栽培稻：从表1的试验结果看，采用改良苗期群体筛选法，TN₁和双菲₁被评为感虫品种，Mudgo和ASD₇为抗虫品种，而辐包₇₈₋₂₋₁、包选₂和Triveni等3个品种表现为中抗。如采用高虫量苗期群体筛选法，则上述表现中抗的品种均被评为感虫。这个结果说明了在相同秧龄情况下，如果接虫量过大，为害加重，则不可能将中抗品种与感虫品种区分开来。

此外，试验结果尚证明：(1)抗级品种如苗期遭受高密度的飞虱为害，抗性亦有明

显下降的趋势。例如ASD₇和Mudgo, 在害虫密度适中的情况下, 平均为1级; 在高密度时, 依次分别被评为3.7和3级, 但其抗性仍明显高于感虫品种; (2) 褐稻虱在中抗品种上的虫口密度与TN₁的差异一般不显著, 而抗虫品种上的虫口密度则明显低于中抗品种和感虫品种。说明了品种的“非嗜好性”在中抗品种中表现不明显。因而用“非嗜好性”测定方法不可能将中抗品种与感虫品种区分开来。

2. 野生稻: 表2结果说明, 多年生野稻(Acc. 100844)和长雄蕊野稻(Acc.

表1 两种筛选法对褐稻虱抗性鉴定结果的比较 (1986年10月广州)

品 种	改良苗期群体筛选法*		高虫量苗期群体筛选法**	
	平均级别	接虫后24小时的虫口密度(头/株)	平均级别	接虫后24小时的虫口密度(头/株)
TN ₁ (感虫对照)	9.0 a	6.5±0.8 ab	9.0 a	16.7±2.9 ab
双非1	8.3 a	7.1±1.3 a	9.0 a	20.8±1.9 a
辐包 78-2-1	5.6 b	6.1±0.6 ab	9.0 a	12.5±0.6 bc
包选2	3.6 b	4.6±0.2 ab	9.0 a	18.9±3.0 a
Triveni	3.6 b	6.1±0.6 ab	6.3 b	15.4±0.8 abc
ASD	1.0 c	1.3±0.2 c	3.7 c	9.6±1.8 cd
Mudgo (抗虫对照)	1.0 c	1.1±0.2 c	3.0 c	5.9±1.1 cd

* 平均每株接虫5头(生物型1)。

** 平均每株接虫14头(生物型1)。

表内竖行英文字母相同者表示经邓肯氏法检验(DMRT)差异不显著(P>0.05)。

表2 应用改良苗期群体筛选法测定野生稻对褐稻虱的抗性*

(1981年10月国际稻作研究所)

品 种	国际稻作研究所 编号(Acc.)	来 源	平均级别		
			生物型 ₁	生物型 ₂	生物型 ₃
年生野稻(<i>O. perennis</i>)	100844	马达加斯加	9.0 a	9.0 a	8.3
斑点野稻(<i>O. punctata</i>)	100937	中 国	1.7 c	2.3 c	1.0 d
普通野稻(<i>O. rufipogon</i>)	100910	泰 国	5.0 b	4.3 b	4.2 b
宽叶野稻(<i>O. latifolia</i>)	100956	印 度	2.3 c	3.0 c	3.0 c
药用野稻(<i>O. officinalis</i>)	101155	马来西亚	1.0 d	1.0 d	1.0 d
印度野稻(<i>O. nivara</i>)	101973	印 度	3.7 b	5.0 b	6.3 b
短舌野稻(<i>O. barthii</i>)	101243	马 里	3.0 c	7.7 a	4.3 b
长雄蕊野稻(<i>O. longistaminata</i>)	100930	苏 丹	9.0 a	9.0 a	9.0
栽培稻野生型变种(<i>O. sativa f. spontanea</i>)	100901	印 度	5.0 b	7.7 a	8.3 a
对照种:					
TN ₁ (栽培稻)			9.0 a	9.0 a	9.0 a
ASD ₇ (栽培稻)			3.0 c	3.3 c	9.0 a
IR ₁₆ (栽培稻)			3.0 c	8.3 a	3.0 c

* 表内竖行英文字母相同者表示经邓肯氏法检验(DMRT)差异不显著(p>0.05), 供试虫源为生物型2。

100930)对褐稻虱三种生物型均表现感虫;而斑点野稻(Acc. 100937)、宽叶野稻(Acc. 100956)和药用野稻(Acc. 101155)均同时抗三种生物型;普遍野稻(Acc. 100910)对三种生物型表现中抗;印度野稻(Acc. 101973)中抗于生物型₁和₂;短舌野稻(Acc. 101243)抗生物型₁,而对生物型₃属中抗;栽培稻野生型变种(Acc. 100901)仅对生物型₁表现中抗。试验结果证明应用改良苗期群体筛选法,可以将中抗野稻与感虫野稻区分开来;本方法不但对栽培稻,而且也适用于野生稻的筛选。

表3 水稻品种的植株损害系数* (1987年5~6月广州)

品 种	抗级	植 株 损 害 系 数(%)							
		根据植株干重计算				根据生长速率计算			
		50**	100	150	平均	50	100	150	平均
TN ₁	感虫	52.57a (B)	77.48a (AB)	96.08 a (A)	75.38 a	62.49a (B)	90.76a (AB)	96.56 a (A)	83.27 a
	中抗	42.12a (C)	63.88a (B)	81.79 b (A)	62.59 a	46.09a (B)	64.56a (A)	69.92 b (A)	64.43 a
辐包78-2-1	中抗	52.41a (B)	64.36a (A)	75.08 b (A)	63.95 a	46.74a (B)	73.71a (A)	71.38 b (A)	66.47 a
中山红	中抗	42.95a (B)	69.52a (A)	71.77 b (A)	61.41 a	57.13a (B)	71.03a (AB)	93.21 a (A)	73.79 a
包选2	中抗	28.40a (B)	37.69b (AB)	51.89 c (A)	39.33 b	30.21a (A)	18.30b (A)	34.77 c (A)	27.76 b
Mudgo	抗虫								

*接虫时秧龄为60天。

**表示每株秧苗接虫数。

表内英文字母相同者表示经邓肯氏法检验(DMRT)差异不显著(P>0.05),小写字母为不同品种间的比较,大写字母为同一品种间的比较。供试虫源为生物型1。

表4 野生稻的植株损害系数* (1982年4月国际稻作研究所)

品 种	国际稻作研究所编号(Acc.)	抗级	植 株 损 害 系 数(%)							
			根据植株干重计算				根据生长速率计算			
			50**	100	150	平均	50	100	150	平均
多年生野稻(O. perennis)	100844	感虫	67.88a (B)	86.07a (A)	97.94a (A)	83.96 a	62.91a (C)	80.73a (B)	98.10a (A)	80.59 a
普通野稻(O. rufipogon)	100910	中抗	29.00b (B)	67.52b (A)	74.32b (A)	56.95 b	29.00b (B)	38.00c (B)	75.10b (A)	47.37 b
印度野稻(O. nivara)	101973	中抗	40.11b (B)	59.23b (B)	70.92b (A)	56.75 b	38.00b (C)	53.58b (B)	74.61b (A)	55.40 b
IR ₂₆ (对照栽培稻)		感虫	60.44a (B)	97.30a (A)	100.00a (A)	89.91 a	38.00b (B)	93.13a (A)	100.00a (A)	77.04 a

*接虫时秧龄为30天。

**表示每株秧苗接虫数。

表内英文字母相同者表示经邓肯氏法检验(DMRT)差异不显著(P>0.05),小写字母为不同品种间的比较,大写字母为同一品种间的比较。供试虫源为生物型2。

(二) 植株损害系数的测定

1. 栽培稻: 表3的数据表明, 当接虫量每株为50头或100头时, 无论根据植株干重或生长速率计算的损害系数, 中抗品种与 TN_1 感虫品种之间均无明显的差别; 但当接虫量增至150头时, 则中抗品种的损害系数具有明显低于 TN_1 的趋势, 说明了中抗品种受害轻于感虫品种。当接虫量达100或150头时, 抗虫品种Mudgo的损害系数均显著低于中抗品种和感虫品种。同一稻种, 植株损害系数因接虫量增加而加大, 说明了受害加重。总的来说, 根据植株干重和生长速率计算的损害系数, 其趋势基本相一致。

2. 野生稻: 试验结果表明, 两种方法计算的损害系数, 其结果相似(表4)。中抗的野生稻, 其损害系数均明显低于感虫的野生稻。同一野生稻种, 其损害系数随接虫量的增加而加大。

三、结论与讨论

对褐稻虱具中抗水平的稻种, 其抗性机制多属耐害性, 或兼有不同程度的抗性^{[4][10]}。而具耐害性的稻种其抗性常在生长后期有所加强, 故又称为田间抗性^{[7][10]}。为了筛选中抗水平的稻种, 以达到扩大抗虫基因源的目的, 各作者均先后对苗期群体筛选法进行了改进(表5)。这些改进的筛选法与传统的苗期群体筛选法不同之处, 在于前者采用较老的秧苗, 并且接虫量适当减少。例如采用改良的筛选法, 当秧苗具有3.5~4.5片叶时, 每苗平均接入2~3龄的褐稻虱若虫5头, 可将中抗和抗级品种与感虫品种区分开。

表5 改良苗期群体筛选法的主要研究结果

作者	接虫时的秧龄(天)	平均每株接2~3龄若虫数(头)	备注
Chelliah et al., 1981; Heinrichs et al., 1985	10	3~5	Chelliah 等认为单用苗期筛选法测定中抗品种, 不能全部反映品种的抗性, 应该与其他抗性测定指标, 如秧苗死亡率、飞虱生存率和分泌蜜露量进行综合评定。
吴荣宗等, 1984	15~20 (叶龄为3.5~4.5片叶)	5	应用飞虱生存率或群体建立能区分兼有抗性的中抗品种, 但对于耐害性为主的中抗品种则无效。
Cheng, 1985	30	每4株接长翅型雌成虫1头	应用群体建立、生存率和飞虱分泌的蜜露量评定中抗品种, 结果不够稳定, 变异较大。
Heinrichs and Kalode, 1985; Velusamy et al., 1986	20	4	利用 F_1 代虫源为害; 接虫后第25天进行评分。
张志涛等, 1987	10	2-3	利用 F_1 代虫源为害。

来^[2]，并且曾经应用这个方法筛选了国内水稻品种共3065个编号，发现抗级的有65个，中抗的有37个，分别依次占筛选总数的2.1%和1.2%^[3]。本研究采用上述改良的筛选方法，进一步证实这个方法不仅对栽培稻，而且也适合于对野生稻的筛选。但如果接虫量过大，使受害加重，则即使秧龄达到4片叶，结果相当部分具有中抗水平的稻种，也会被评为感虫。说明了在筛选时，必须注意秧龄和接虫量两个因素。

Panda与Heinrichs (1983)应用植株损害系数作为评定中抗品种耐害性的重要指标之一。这个系数是根据植株受害后干重变化与受害级别的关系计算出来。具有耐害性的品种被飞虱为害后，由于补偿能力较强，故植株损害系数低于感虫品种。我们应用植株的生长速率来代替受害植株和健株干重的比率，作为植株补偿能力指标之一，计算出来的植株损害系数，其结果与应用上述作者公式计算的相一致。应用植株生长速率，仅需量度株高，因而比较快捷而省工，且不会伤害植株，适合于抗虫品种选育后代的鉴定。但使用这个公式时，必须注意选择生势均匀一致的健壮植株，尽量减少植株间的差别；同时要使供试的环境条件如肥、水和光照一致。才有可能获得相对准确的结果。

引用文献

- [1] 吴荣宗, 张良佑, 邱细广, 莫黎异. 植物保护学报, 1981; 8(4):217-226
- [2] 吴荣宗, 张良佑, 邱细广. 植物保护学报, 1984; 11(3):145-153
- [3] 张良佑, 吴荣宗. 广东农业科学, 1987; 6:33-38
- [4] 曾玲, 吴荣宗. 昆虫学报, 1984; 27(4):375-383
- [5] 张志涛等. 中国水稻科学, 1987; 1(1):74-79
- [6] Chelliah, S., R. Velusamy, E.A. Heinrichs and S. Murugesan 1981. *Oryza* 18:158-164
- [7] Cheng, C.H. 1985. *Chinese Jour. Entomol.* 5(1):11-18
- [8] Heinrichs, E.A., F. G. Medrano and H. R. Rapusas 1985 *Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines. 356p
- [9] Heinrichs, E.A. and M. B. Kalode 1985 *New Techniques for the Screening of Rice Cultivars for Resistance to Insects* IRRI, Los Banos, Philippines. 16p
- [10] Heinrichs, E. A. 1986 *Agric. Ecosystems Environ.* 18:9-36
- [11] Ho, D. T. 1985 *Inter. Rice Res. Newsl.* 10(4):16-17
- [12] IRRI 1976 *Insect resistance*. Pages 101-110, In IRRI Annual Report for 1975. Los Banos, Philippines.
- [13] IRRI 1980 *Standard Evaluation System for Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines. 44p
- [14] Khush, G. S. 1977 *Adv. Agron.* 29:265-341
- [15] Khush, G. S. 1984 *Protection Ecology* 7:145-165
- [16] Panda N. and E. A. Heinrichs 1983 *Environ. Entomol.* 12:1204-1214
- [17] Peralta, C. A., W. S. Fontanilla and L. S. Ferrer 1983 *Inter. Rice Res. Newsl.* 8(2):13-14
- [18] Sogawa, K., K. Djutnika and A. H. Bhagwati 1984 *Inter. Rice Res. Newsl.* 9:25
- [19] V. Juramy, R., E. A. Heinrichs and F.G. Medrano. 1986 *Crop Protection* 5(5):328-333

STUDIES ON THE METHODS FOR EVALUATION OF MODERATE
RESISTANCE TO THE BROWN PLANTHOPPER, *NILAPARVATA LUGENS*
(HOMOPTERA: DELPHACIDAE) IN RICES, *ORYZA* SPP.

Wu Jung-Tsung Li Guanxiong Zhang Liangyou

(Department of Plant Protection)

ABSTRACT

The modified seedling bulk screening test was used to evaluate the resistance to the brown planthopper in cultivated and wild rice, where five second or third-instar nymphs were used to infest each seedling at the 3.5 to 4 leaf stage. The results indicated that this screening technique could be used efficiently to identify resistance not only in the resistant rices, but also in the moderately resistant ones. But if the insect population was changed to 14 nymphs per seedling at the same leaf stage, the plants with moderate resistance would be rated as susceptible.

Tolerance was evaluated as functional plant loss index (FPLI) based on plant dry weight using the formula described by Panda and Heinrichs (1983). On the other hand, a similar mathematical formula based on plant growth rate used was as follows,

$$FPLI (\%) = \left[1 - \left(\frac{\text{Plant growth rate of infested plant}}{\text{Plant growth rate of uninfested plant}} \right) \times \left(1 - \frac{\text{Damage rating}}{9} \right) \right] \times 100\%$$

where the ,

$$\text{Plant growth rate} = \frac{\text{Difference in plant height before and after infestation}}{\text{Duration of infestation (days)}}$$

The FPLI that was calculated on the basis of plant growth rate was demonstrated to exhibit the same trend as that based on plant dry weight. Therefore using the former parameter in determining the FPLI will save time and labor, and is not detrimental to the seedlings, since it only involves measurement of plant height.

Key words: *Nilaparvata lugens*; Rice; Wild rice; Moderate resistance; Modified seedling bulk screening test; Functional plant loss index