

## 若干粳稻品种(系)抗褐稻虱特征评价

高春先 贝亚维 顾秀慧 (浙江省农业科学院, 杭州 310021)

### Some Resistance Indices of Selected Resistant Japonica Varieties to Rice Brown Planthopper

GAO Chunxian, BEI Yawei, GU Xiuhui (Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021)

**Abstract:** The resistance indices of japonica varieties resistant to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens*, are described. The rice variety Xiushui 48 was used as susceptible control. The results indicate: 1) The area of honeydew excreted by BPH was apparently greater on susceptible than that on resistant varieties. The number of eggs oviposited in the life-span of BPH on different rice varieties were: 316.2 / female on Xiushui 48; 191.0 / female on Xiushui 620; 165.2 / female on Jia 23 and 87.5 / female on IR64. The survival rates of BPH on different rice varieties were: Xiushui 48, 100%; Xiushui 620, 44% and Jia 23, 28.22%. There exist positive relationship between relative intake amount of BPH (Area of honeydew excreted by BPH) and resistance grade of rice variety, cumulative insect-days per hill, survival rate, oviposition amount of BPH. 2) The rates of population increase of BPH on different resistant varieties were 0.1221 on Xiushui 48; 0.0880 on Xiushui 620 and 0.0830 on Jia 23-2. 3) The K values of logistic models on the tested varieties were: Xiushui 48, 81.58 and Xiushui 620, 30.54. 4) The intrinsic control rate in this experiment was Xiushui 48, 0%; Xiushui 620, 78.29%; Jia 23, 84.94% and IR64, 86.32%. 5) The field control rates of several varieties to BPH were: Xiushui 48, 0%; Xiushui 620, 77.23% and Jia 23-2, 76.68%.

**Key words:** Intrinsic control rate; Japonica variety; Logistic model; *Nilaparvata lugens*; Resistance

**摘要:** 就一些粳稻抗性品种对褐稻虱 (BPH) *Nilaparvata lugens* 抗性进行了评价, 水稻品种秀水 48 作感性品种对照。结果表明: 1) 褐稻虱在感性品种上分泌的蜜露面积显著地大于抗性品种; 饲养在不同品种上褐稻虱一生产卵量 (粒/♀): 秀水 48 为 316.2, 秀水 620 为 191, 嘉 23 为 165.2, IR64 为 87.5; 不同品种上褐稻虱若虫的存活率: 秀水 48 为 100%, 秀水 620 为 44%, 嘉 23 为 28.22%; 相对取食量与抗性等级、田间累计虫量、若虫存活率及产卵量呈正相关。2) 不同抗性品种上褐稻虱的种群增长率, 秀水 48 为 0.1221, 秀水 620 为 0.088, 嘉 23-2 为 0.083。3) 供试品种上逻辑斯蒂模型的 K 值, 秀水 48 为 81.58, 秀水 620 为 30.54。4) 本试验各品种对褐稻虱的内禀控制率 (%), 秀水 48 为 0, 秀水 620 为 78.79, 嘉 23 为 84.94, IR64 为 0.8632。5) 各品种对褐稻虱田间控制率 (%), 秀水 48 为 0, 秀水 620 为 77.23, 嘉 23-2 为 76.68。

**关键词:** 褐稻虱; 抗性; 逻辑斯蒂模型; 内禀控制率; 粳稻品种

褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 是典型的 r 对策或暴发型害虫<sup>(6)</sup>, 严重威胁水稻产量。品种抗性已成为水稻病虫害综合治理的关键措施之一。近几年来, 我国把籼稻中抗褐稻虱基因导入粳稻已获得成功, 不少粳稻抗褐稻虱品种如秀水 620、秀水 664 等正在太湖流域大面积推广。对这些品种的抗性评价和分析, 有利于与其它防治措施相协

调, 在综合防治中发挥更大的效益。Dahms<sup>(4)</sup> 曾提出 16 种用于评价植物对昆虫抗性的鉴别标准。本文按照抗褐稻虱粳稻品种的具体情况, 把若干粳稻抗褐稻虱品种在实验室和田间试验的结果, 用抗性性参

1991 年 8 月 3 日收到, 1992 年 2 月 13 日收到修改稿。Received Aug. 3, 1991.

数、种群数量分析和田间控制作用等方法,对若干粳稻品种(系)抗褐稻虱特征进行评价和分析。

## 材料与方 法

试验于1985~1989年在浙江省农科院实验室及杭州市郊、萧山迳游两地田间进行。供试粳稻抗褐稻虱品种有秀水(丙字)系、嘉字系,感虫品种秀水48作对照;IR64作抗虫品种对照。供试褐稻虱为生物型I,在养虫室用秀水48饲养繁殖。

1.相对取食量试验 用蜜露-茛三酮法<sup>[2,9]</sup>,褐稻虱长翅型雌成虫,羽化后第二天,在供试品种的单株上单个饲养,分别计算蜜露面积( $\text{cm}^2$ ),作为相对取食量。连续进行5~8d,每处理重复8~10次。

2.生存率测定 各供试品种单株种植,接入初孵若虫10头,10次重复,逐日记录存活数,并绘制存活曲线。

3.产卵量测定 用各供试品种饲养的刚羽化雌雄成虫一对,接入产卵装置,3天换一次稻苗,并解剖卵数,至雌成虫死亡止,累计产卵总量,重复10次。

4.种群增长模型 在100cm×200cm水泥槽内,用网孔为30目的网罩(200cm×110cm×180cm)罩住各供试品种稻株,以隔离天敌干扰。在褐稻虱发生季节,接上配对的雌雄成虫,初始密度为0.2头/丛。每5~7d调查虫口密度,直至水稻乳熟期止。

5.种群趋向指数模型 用有机玻璃罩装置<sup>[2]</sup>。各供试品种单株种植,每株接入初孵若虫10头,重复10次,逐日观察,计算各参数,其中产卵量由解剖稻株法数取。

6.逻辑斯蒂模型和田间控制作用 1988~1989年在杭州市郊和萧山迳游乡田间进行,试验田面积约2亩,不施杀虫剂,自8月中旬至10月中下旬止,各品种每隔3~7d调查褐稻虱成若虫一次。重复3次,随机排列。

## 结果与分析

### (一) 抗性参数分析

#### 1.相对取食量

供试20个不同抗性程度的粳稻抗褐稻虱品种(其中秀水48为感性对照),经褐稻虱取食量测定,结果表明:感性对照品种上褐稻虱相对取食量为 $60.05 \text{ cm}^2$ ,显著大于19个供试品种,说明供试的一系列粳稻抗性品种对褐稻虱具有显著的取食抗性。另外,这一系列粳稻抗性品种上,褐稻虱的相对取食量呈现明显的等级差异,即数值上具有连续统(continuum)的关系(表1)。

为了检验相对取食量这一参数的可靠性和实用性,用这一参数与0~9级的抗性标准,与田间累计虫量作相关分析。结果表明,相对取食量与抗性等级呈密切正相关,相关系数 $r=0.91$  ( $p<0.01$ ),即相对取食量越大的品种,抗性等级(0~9)越高,抗性越差。相对取食量与田间累计虫量(日·头/丛)也呈密切的正相关,相关系数 $r=0.92$  ( $p<0.01$ ),即相对取食量越大的品种,田间褐稻虱的虫口越多。上述分析表明,供试的一系列丙字、嘉字系统的抗褐稻虱品种,相对取食量这一参数,能在一定程度上反映该品种的抗性程度。

#### 2.存活率和存活曲线

供试的7个品种,在实验室测得褐稻虱若虫的存活率依次为:秀水48(100%)>嘉25-1(71.57%)>丙612(60.00%)>秀水664(48.89%)>秀水620(44.00%)>嘉25-2(37.00%)>嘉23(28.22%)。上述品种上若虫的存活率与相对取食量经相关分析,呈正相关,相关系数 $r=0.7078$  ( $p<0.05$ ),表明褐稻虱在粳稻品种上的存活率与该品种的取食量有密切关系。

生存曲线常用于昆虫种群生命分析,褐稻虱在品种上的生存曲线不仅反映品种间的抗性差异,同时也反映了褐稻虱不同

表 1 褐稻虱在不同水稻品种上的相对取食量 (杭州, 1987)

Table 1. Relative intake amount of brown planthopper on different rice varieties (Hangzhou, 1987)

品种 Varieties	蜜露面积 <sup>1)</sup> Area of honeydew <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	品种 Varieties	蜜露面积 <sup>1)</sup> Area of honeydew <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )
IR64	3.29	丙 623 Bing 623	19.11
嘉 23 Jia 23	8.30	丙 635-136 Bing 635-136	19.98
丙 635-137 Bing 635-137	9.53	丙 621 Bing 621	21.78
丙 612 Bing 612	11.73	丙 611 Bing 611	24.12
丙 622 Bing 622	13.51	丙 652 Bing 652	25.78
嘉 25-2 Jia 25-2	14.17	丙 603 Bing 603	26.04
嘉梗 698 Jiajing 698	15.10	丙 608 Bing 608	32.53
丙 610 Bing 610	16.94	丙 609 Bing 609	32.88
嘉 26 Jia 26	17.31	嘉 25 Jia 25	34.29
观 69 Guan 69	18.07	秀水 48(CK) Xiushui 48	60.05

1) 长翅型雌成虫平均累计蜜露面积。 Average cumulative area of honeydew excreted by macropterous female.

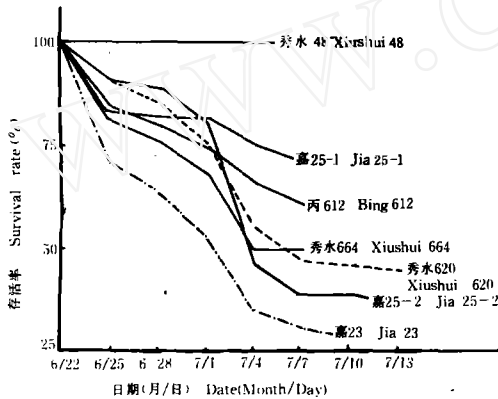


图 1 褐稻虱在不同抗性品种上的存活率(杭州,1988)

Fig. 1. Survival rate of brown planthopper nymphs from 1 instar to emergence in different rice varieties (Hangzhou,1988)

时间(或虫期)的存活趋势。从图 1 可见,抗性程度较高的品种,如嘉 23, 1~2 龄、3~4 龄和高龄至羽化的死亡率均高,而抗性程度较低品种,如嘉 25-1, 1~2 龄若虫死亡率较高,3~4 龄和高龄至羽化的死亡率较低。

### 3. 产卵量及其分布

在供试的 10 个不同抗性程度的粳稻品

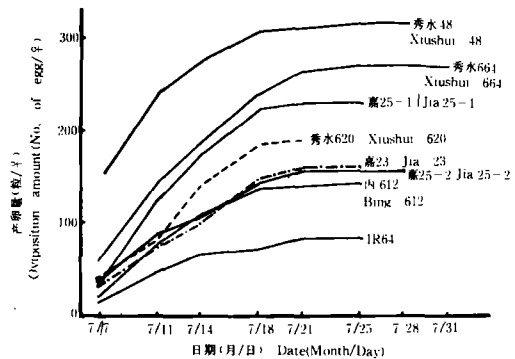


图 2 褐稻虱在不同抗性品种上的产卵量(杭州,1988)

Fig. 2. Oviposition amount of brown planthopper in different rice varieties (Hangzhou,1988)

种上,记录褐稻虱雌成虫逐日产卵量(图 2)。每雌平均累计产卵量(粒/♀)秀水 48 (316.2) > 秀水 664 (273.3) > 嘉 25-1 (232.6) > 秀水 620 (191) > 嘉 23 (165.2) > 嘉 25-2 (160) > 丙 612 (145) > IR64 (87.5)。供试 9 个粳稻抗性品种上褐稻虱的产卵量均显著地比感性对照品种秀水 48 上少。经相关分析,在不同粳

表2 不同品种上褐稻虱田间种群逻辑斯蒂模型(杭州, 1989)

Table 2. The logistic models of brown planthopper population in field trial (Hangzhou, 1989)

品种 Varieties	$N_t = \frac{K}{1 + e^{a-rt}}$	F 检验 F test
秀水 48 Xiushui 48	$N_t = \frac{81.58}{1 + e^{4.70-0.15t}}$	178.46**
秀水 620 Xiushui 620	$N_t = \frac{30.54}{1 + e^{4.14-0.13t}}$	288.75**
丙 753 Bing 753	$N_t = \frac{27.18}{1 + e^{3.07-0.18t}}$	69.26*
丙 827 Bing 827	$N_t = \frac{22.39}{1 + e^{3.01-0.15t}}$	55.29**
嘉 46 Jia 46	$N_t = \frac{12.12}{1 + e^{4.14-0.19t}}$	83.66**
嘉 43 Jia 43	$N_t = \frac{10.34}{1 + e^{3.88-0.21t}}$	39.08*
嘉 42 Jia 42	$N_t = \frac{6.6}{1 + e^{3.60-0.10t}}$	12.08*

\*\*\* 分别表示显著性测验达显著, 极显著水平; \*\*\*, \*\* indicate significant at 5% and 1% level.

稻抗性品种上, 褐稻虱的相对取食量与产卵量呈正相关, 相关系数  $r=0.8948$  ( $P<0.01$ ), 相关密切。

上述这些抗性参数, 反映了不同抗性程度的梗稻品种对褐稻虱生理不良影响的数量关系, 这些参数可用来评价品种的抗性程度和研究生物型鉴定及演变。上述抗性试验表明, 褐稻虱的存活率、产卵量与取食量相关性密切。因此, 可认为上述一系列梗稻抗性品种, 对褐稻虱生存和繁殖的影响, 很可能以取食为先导。换句话说, 这类品种的抗性, 首先取决于取食量, 由于取食量下降, 严重影响了褐稻虱的生存和繁殖。

## (二) 种群数量分析

1. 种群增长模型和种群增长率 种群增长模型为:  $N(t) = N_0 e^{rt}$ , 式中  $N(t)$  为在  $t$  时刻的种群数量;  $t$  为时间变量;  $N_0$  为种群初始密度;  $r$  为种群增长率<sup>(7)</sup>。

供试品种上的褐稻虱增长模型为:

$$\text{秀水 48: } N(t) = 0.2e^{0.1221t}$$

$$\text{秀水 620: } N(t) = 0.2e^{0.088t}$$

$$\text{嘉 23-2: } N(t) = 0.2e^{0.083t}$$

从模型可知, 感性品种秀水 48 上的褐

稻虱种群增长率  $r=0.1221$ ; 而抗性品种秀水 620、嘉 23-2 的  $r$  值明显较低, 分别为 0.088 和 0.083。从种群增长模型中, 可以得到某时刻  $t$  或某时间区间, 褐稻虱在各个抗性品种上种群数量变动的数量分析。

2. 逻辑斯蒂增长模型和环境负荷量  $K$  值 种群增长模型, 只有种群在某一特定时间区间内, 假设无环境负荷条件下才能实现。褐稻虱田间种群数量变动呈逻辑斯蒂增长模型:  $N = K / (1 + e^{a-rt})$ , 式中  $K$  为环境负荷量;  $N$  为在  $t$  时刻的种群数量;  $r$  为种群内禀增长率;  $a$  为常数。供试 7 个品种田间试验结果表明(表 2), 各  $K$  值依次为秀水 48 (81.58) > 秀水 620 (30.54) > 丙 753 (27.18) > 丙 827 (22.39) > 嘉 46 (12.12) > 嘉 43 (10.34) > 嘉 42 (6.6)。  $K$  值越小表示抗性程度越大。

## 3. 种群趋势指数 $I$ 值和内禀控制率 $E$

Morris<sup>(8)</sup> 根据柞色卷叶蛾种群生命表的资料, 组建了种群趋势模型。本试验所用的 8 个品种, 其室内实验生命表各参数见表 3。褐稻虱的种群趋势指数模型为:  $I = S_E \cdot S_{N1} \cdot S_{N2} \cdot S_{N3} \cdot P_m \cdot P_f \cdot F$ , 式中  $S_E$  为卵孵

表3 不同品种上褐稻虱种群趋势指数模型实验所得各参数值 (杭州, 1988)

Table 3. Parameters of population trend index model of brown planthopper in laboratory on the different rice varieties (Hangzhou, 1988)

品种 Varieties	$S_E$	$S_{N1}$	$S_{N2}$	$S_{N3}$	$P_m$	P	F	I
秀水 48 Xiushui 48	0.92	1.000	1.000	1.000	1.000	0.48	316.2	139.55
嘉 23 Jia 23	0.87	0.716	0.870	0.750	0.604	0.52	165.2	21.01
嘉 25-1 Jia 25-1	0.95	0.824	0.976	0.988	0.901	0.41	232.6	64.56
丙 612 Bing 612	0.89	0.840	0.952	0.888	0.845	0.40	145.0	31.19
秀水 664 Xiushui 664	0.97	0.811	0.932	0.897	0.721	0.45	273.3	58.63
秀水 620 Xiushui 620	0.84	0.910	0.934	0.753	0.688	0.43	191.0	30.30
嘉 25-2 Jia 25-2	0.99	0.910	0.978	0.685	0.607	0.68	160.0	39.96
IR64	0.87	0.820	0.817	0.896	0.850	0.49	87.5	19.09

化率;  $S_N$  为若虫存活率 ( $N_1$  代表 1~2 龄若虫,  $N_2$  代表 3~4 龄若虫,  $N_3$  代表 5 龄若虫),  $P_m$  为羽化率;  $P_f$  为雌成虫比例; F 为每雌产卵量。将表 3 有关参数代入模型, 不同粳稻抗性品种上褐稻虱种群趋势指数 I 值: 秀水 48 (139.55) > 嘉 25-1 (64.56) > 秀水 664 (58.63) > 嘉 25-2 (39.96) > 丙 612 (31.19) > 秀水 620 (30.30) > 嘉 23 (21.01) > IR64 (19.09)。

内禀控制率计算公式为  $E = (I_c - I) / I_c$ , 以感性品种秀水 48 为对照 ( $I_c$ ), 将各品种的 I 值代入上式。各供试品种的内禀控制率 E 为秀水 48 (0) < 嘉 25-1 (0.5374) < 秀水 664 (0.5779) < 嘉 25-2 (0.7137) < 丙 612 (0.7764) < 秀水 620 (0.7829) < 嘉 23 (0.8494) < IR64 (0.8632)。内禀控制率反映品种内在的, 具有对害虫种群的控制作用, 与外界环境诸如天敌、种间竞争、人为干扰无关。内禀控制率涉及从卵孵化、幼虫存活到成虫羽化产卵的整个生命周期, 因此, 这一参数较全面综合地反映了某一品种的抗生性和抗性程度。

### (三) 田间控制作用

田间试区, 种植不同抗性程度的水稻品种后, 不施任何杀虫剂, 在褐稻虱发生季节, 定时调查虫口密度, 最后以累计虫日量 (日·头/丛) 来表示, 那么田间控制作用为  $F_c =$

$(N_c - N_t) / N_t$ 。式中  $N_c$  为感性对照品种上的褐稻虱虫口密度;  $N_t$  为各处理品种上的褐稻虱虫口密度。将调查所得的田间虫口密度代入上式, 算得各供试粳稻品种的田间控制作用  $F_c$ , 秀水 48 为 0, 秀水 620 为 0.7723, 嘉 23-2 为 0.7668, 嘉 25-1 为 0.6968。

## 讨 论

Painter 把抗性机制分成非选择性、抗生性和耐害性三类。本文从抗生性参数、种群数量分析和田间控制作用等方面系统地评价一些粳稻抗褐稻虱品种的抗性程度。目前, 对抗褐稻虱品种的抗性鉴定和评价, 大多沿用国际水稻研究所 (IRRI) 以稻苗为害率、0~9 级的分级标准来划分抗性等级<sup>[11]</sup>。当然, 当成百上千份材料作为抗性筛选和鉴定时, 仍不失为一种快速简便的方法, 因此一直沿用至今, 但是此种方法存在明显的局限性: 褐稻虱对不同抗性的植株具有偏爱性<sup>[10, 12]</sup>, 个体群具有显著的聚集性<sup>[1, 3, 5]</sup>。因此用上述方法, 当大量 2~3 龄褐稻虱若虫接入植株后, 每株稻的期望虫量的概率并非随机, 就是说被测定的稻株上受虫的机会并不相等, 显然影响了观察值的准确性和稳定性。本文择用某些实验生物学和种群生态学方法, 一方面对若干粳稻抗褐稻虱品种(系)抗性程度给予较全面的

评价;另一方面本文试验的各种参数,可在这些抗性品种推广种植过程中,提供田间褐稻虱种群数量变动的某些种群生态学模型;并为褐稻虱的预测预报及协调综合防治的各项措施提供依据。

谢辞:本试验及论文得到杜正文研究员指导和帮助,谨此志谢。

### 参考文献

- (1) 高春先, 顾秀慧, 贝亚维等. 褐稻虱再猖獗原因的探讨. 生态学报, 1988, 8 (2): 155~163.
- (2) 顾秀慧, 贝亚维, 高春先. 褐稻虱取食试验及防治探讨. 昆虫学报, 1987, 30 (2): 169~174.
- (3) 程家安. 褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stal 空间分布型的研究. 浙江农业大学学报, 1985, 11(1): 97~107.
- (4) Dahms R G. Techniques in the evaluation and development of hostplant resistance. *J Environ Qual*, 1972, 1: 254~259.
- (5) Iwao S, E Kuno. An approach to the analysis of aggregation pattern in biological population. *Statistical Ecol*, 1971, 1: 461~513.
- (6) Keizi Kiritani. Pest management in rice. *Ann Rev Entomol*, 1979, 24: 279~312.
- (7) Mackenzie D R. The problem of variable pests. In *Breeding Plants Resistant to Insects*. John Wiley & Sons. New York, 1980, p184~214.
- (8) Morris R F. Predictive population equations based on key-factors. *Men Ent Soc Can*, 1963, 32: 16~21.
- (9) Paguia P, M D Pathak, E A Heinrichs. Honeydew excretion measurement techniques for determining differential feeding activity of biotypes of *Nilaparvata lugens* on rice varieties. *J Econ Entomol*, 1980, 73: 35~40.
- (10) Pathak M D. Resistance to insect pest in rice varieties. In *Rice Breeding*. Los Banos, Phillippines, IRRI, 1972, P325.
- (11) Pathak M D, G S Khush. Studies of varietal resistance in rice to the brown planthopper at the International Rice Research Institute. *Brown planthopper: threat to rice production in Asia*. Los Banos, Phillippines, IRRI, 1979, P285~301.
- (12) Saxena R C, M D Pathak. Factors governing susceptibility and resistance of certain rice varieties to the brown planthopper. *Brown planthopper: threat to rice production in Asia*. Los Banos, Phillippines, IRRI, 1979, P303~317.



• 欢迎订阅 •

## 《生物防治通报》

《生物防治通报》是中国农业科学院生物防治研究所主办的学术性期刊。

主要内容: 以虫治虫, 以菌治虫, 以菌治菌, 以菌或虫治草, 天敌资源的保护利用, 农用抗生素, 微生物农药, 昆虫信息素, 生物技术工程应用等无公害新技术, 用来防治农、林、牧、贮粮、卫生方面的害虫、病菌、杂草、鼠害, 以减少化防造成的污染和残毒, 维持生态平衡。

主要栏目: 学术论文、专题综述、基础知识与实验技术、研究简报、书刊评介、国外生防等。

读者对象: 全国农、林、牧、贮粮、卫生各级管理干部、科技人员、院校师生、基层推广骨干、农民技术员。

本刊经国家科委、国家新闻出版总署批准, 国内外公开发行。国内代号 2—507, 国外代号 Q812。本刊季中月 8 日出版, 16 开本, 每期 48 页, 每册定价 1.20 元, 全年 4 期 4.80 元。全国各地邮局均有订售, 没有印数限制, 请到当地邮局办理预订手续。

本编辑部备有 1985 年以来各年精装合订本, 每卷定价: 1985 至 1990 年为 8.00 元; 各期零售本 (可以成套出售, 也可以选期补售) 每册定价: 1985 至 1990 年为 0.90 元。欢迎单位和个人来函订购 (平寄免费, 挂号另加邮费)。

编辑部地址: 北京西郊白石桥路 30 号; 邮政编码: 100081

电话: 8314433 转 2642 或 2442