

不同类型水稻品种对白背飞虱忌避性、抗生性和耐受性的测定

刘芳¹⁾ 戴志一¹⁾ 胡国文²⁾ 唐健²⁾ 寒川一成³⁾

(¹⁾扬州大学农学院植物保护系, 中国扬州 225009; ²⁾中国水稻研究所, 中国杭州 310006; ³⁾日本国际农林水产研究中心, 日本筑波 305)

Antixenosis, Antibiosis and Tolerance of Different Rice Cultivars to the White-Backed Planthopper (*Sogatella furcifera*)

LIU Fang¹⁾, DAI Zhiyi¹⁾, HU Guowen²⁾, TANG Jian²⁾, Kazushige SOGAWA³⁾

(¹⁾Plant Protection Department, Agricultural College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; ²⁾China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China; ³⁾Japan International Research Centre for Agricultural Sciences, Tsukuba, 305 Japan)

Abstract: The antixenosis, antibiosis and tolerance of 19 rice cultivars or combinations to the white-backed planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera* were tested. The four japonica cultivars, e. g. 91-17, Bing 90-98, Bing 850 and Bing 93-63 exhibited stronger antixenosis to the adults than the other cultivars tested. WBPH fecundity was significantly deterred on Bing 93-63. Adults produced apparently more feeding marks on an indica-japonica hybrid rice combination Xieyou 9308 than on the others. The hybrid rice combination Xieyou 9308 and japonica cultivar Chunjiang 06 showed most distinct antibiosis to WBPH. Another indica-japonica hybrid rice combination Xieyou 413 may have some tolerance to WBPH.

关键词: 忌避性; 抗生性; 耐受性; 白背飞虱; 水稻品种

Key words: antibiosis; antixenosis; rice cultivar; *Sogatella furcifera*; tolerance

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 是南亚、东南亚和东亚地区水稻上主要的害虫之一, 其危害严重阻碍了水稻生产。近年来, 由于杀虫剂越来越昂贵, 长期使用农药又往往导致害虫产生抗药性、再猖獗以及环境污染, 因而抗性品种的应用被公认为是防治该虫的最经济实用的方法。明确水稻品种对白背飞虱的抗性机制无疑对水稻育种具有重要意义。Painter^[7]经多年研究, 首次提出抗虫性的三种机制: (1) 非嗜性 (nonpreference), 也即 Kogan 及 Ortman 提出的忌避性 (antixenosis); (2) 抗生性 (antibiosis); (3) 耐受性 (tolerance)。为探索水稻品种抗白背飞虱的机理, 我们于 1996 年 6 月~10 月在中国水稻研究所对不同类型的水稻品种进行了忌避性、抗生性和耐受性的测定。

1 材料和方法

供试虫源为 6 月迁入浙江富阳的田间成虫, 在

30~40 d 苗龄的感虫对照品种 TN1 上饲养。供试品种有汕优 63、汕优 10 号、协优 9308、协优 413、春江 06 等 19 个, 其中 TN1 为感虫对照品种, N22 为抗虫对照品种。

1.1 忌避性测定

1.1.1 若虫忌避性测定 基本同标准苗期非选择性的测定方法^[2,5]。接 2~3 龄若虫后 48、72、96 h 分别计数各品种秧苗上的若虫数量, 各品种重复 10 次。以 96 h 各品种秧苗上的虫量计算平均值。

1.1.2 成虫忌避性测定 采用圆圈排列法^[2,10], 重复 4 次。接每苗 3 对成虫放入各圆圈的中心点。接虫后 24、48、72 h 分别计数各品种秧苗上的成虫数, 以

1997 年 1 月 27 日收到, 1998 年 2 月 13 日收到修正稿。Received 27 Jan. 1997, Revised 13 Feb. 1998.

注: 本研究为中日合作项目“东亚季风区水稻迁飞性害虫大范围迁飞动态研究”内容之一。

72 h 苗上的虫数为准,求各品种的平均虫量。

1.1.3 产卵忌避性测定 方法同 1.1.2,接虫 72 h 计数虫量后,将稻株齐泥割下,保湿,在双筒解剖镜下逐苗剥查卵数,按性比 1/1 折算成各品种的平均虫量。

1.2 抗性测定

1.2.1 取食忌避性测定 采用 Paguia 等方法^[2]。取食 24 h 后,将叶鞘割下,在 0.1% 的龙胆紫溶液中染色 10~15 min,口针鞘被染成粉红色,镜检口针鞘数。设 10 次重复。

1.2.2 若虫生存率测定 方法同文献[6,8]。将一龄若虫 15 头接入罩有单株苗的聚乙烯罩中,设 5 次重复。接虫后 20 d 检查活虫数,换算成活率。

1.2.3 产卵量及孵化率测定 将不同品种 30~40 d 苗龄的稻苗单株移入直径为 15 cm 的盆钵内,罩以直径为 10 cm、高 40 cm 的透明聚乙烯罩,接入羽化 1~2 d 的雌雄成虫一对,重复 10 次。接虫 5 d 后,逐日观察记载各品种苗上孵出若虫数;待雌成虫死亡 10 d 后,将稻株齐泥割下,剥查未孵卵数,统计产卵量及孵化率。

1.3 耐害性测定

方法同[12]。取供试品种 60 d 苗龄的秧苗,每盆

3 株,罩以透明聚乙烯罩,按 40 头/株接入 3~4 龄若虫,设不接虫对照。当 TN1 受害达 9 级时,目测各品种的受害程度,参照[1]分级标准评级。各品种上的白背飞虱、受害后的稻株以及对照稻株均在 110℃ 下烘烤 30 min,然后在 60℃ 恒温箱里烘至恒重,分别称重。用 Panda 和 Heinrichs^[12]改进的 FPLI 估计水稻对褐飞虱的耐害性的方法,求出功能植物损失指数。

$$\text{功能植物损失指数(FPLI)} = 100 - \left(\frac{\text{受害株干重}}{\text{未受害株干重}} \right) \times \left(1 - \frac{\text{受害级别}}{9} \right) \times 100$$

2 结果与分析

2.1 不同类型品种对白背飞虱的忌避性

供试的 19 个水稻品种中,除感虫对照品种 TN1 与抗虫对照品种 N22 对白背飞虱若虫的忌避性有些差别外,其余各品种间均无显著差异(表 1)。

从表 1 还可看出,对成虫具有明显忌避性的品种有 5 个。忌避性强弱的排列顺序为 N22、91-17、丙 90-98、丙 850、丙 93-63。另外,N22、丙 93-63 对成虫产卵具明显忌避性,籼型杂交组合汕优 10 号、汕优 63 非常适宜白背飞虱产卵(表 1)。

不同类型的水稻品种对白背飞虱的忌避性测定

表 1 不同水稻品种对白背飞虱的忌避性

Table 1. Antixenosis of different rice cultivars to white-backed planthopper (WBPH).

品种 Cultivar or combination	类型 Type	若虫数(头/苗) No. of nymphs/seedling	成虫数(头/苗) No. of adults/seedling	产卵量(粒/苗) No. of eggs/seedling
协优 413 Xieyou 413	籼粳杂交稻	3.03 abc	17.50 a	119.50 bc
丙 814 Bing 814	粳稻	3.48 abc	16.00 ab	43.00 de
春江早 1 号 Chunjiangzao 1	粳稻	—	14.50 abc	129.50 b
汕优 10 号 Shanyou 10	籼型杂交稻	3.39 abc	13.50 abcd	206.50 a
丙 90-15 Bing 90-15	粳稻	4.40 ab	8.25 bcdef	50.75 cde
丙 93-50 Bing 93-50	粳稻	3.96 abc	8.25 bcdef	54.75 cde
94-54	粳稻	2.08 bc	8.25 bcdef	44.00 de
协优 9308 Xieyou 9308	籼粳杂交稻	2.68 abc	7.75 cdef	81.00 bcde
汕优 63 Shanyou 63	籼型杂交稻	3.24 abc	7.50 cdef	120.75 bc
春江 06 Chunjiang 06	粳稻	3.89 abc	6.50 cdef	63.50 bcde
93-63	粳稻	2.71 abc	6.25 def	36.50 de
V989	籼稻	3.88 abc	4.25 ef	51.00 cde
嘉 59 Jia 59	粳稻	2.46 abc	3.75 ef	68.00 bcde
丙 93-63 Bing 93-63	粳稻	3.53 abc	3.50 f	17.00 e
丙 90-98 Bing 90-98	粳稻	2.76 abc	3.00 f	40.75 de
丙 850 Bing 850	粳稻	3.29 abc	3.00 f	43.50 de
91-17	粳稻	3.52 abc	1.75 f	29.00 de
N22(CK ₁)(抗虫对照)	籼稻	1.37 c	1.75 f	12.25 e
TN1(CK ₂)(感虫对照)	籼稻	4.99 a	11.67 abcde	103.17 bcd

注:每一列中大小写字母相同分别表示在 0.01 和 0.05 水平差异不显著。下同。

Note: In each column, the values followed by the same capital letters or small letters are not significantly different at the 1% or 5% level, respectively. The same as Tables below.

表2 白背飞虱在不同水稻品种上的探食频率

品种或组合 Cultivar or combination	类型 Type	平均取食痕点数/苗 Average number of feeding marks/seedling		
协优 9308 Xieyou 9308	籼粳杂交稻	66.50	a	A
汕优 10号 Shanyou 10	籼型杂交稻	44.00	b	A B C
V989	籼稻	38.67	b	B C
协优 413 Xieyou 413	籼粳杂交稻	38.00	b	B C
春江 06 Chunjiang 06	粳稻	35.33	b	C
汕优 63 Shanyou 63	籼型杂交稻	33.36	b	C
N22(CK ₁)(抗虫对照)	籼稻	62.60	a	A B
TN1(CK ₂)(感虫对照)	籼稻	26.70	b	C

表3 若虫生存率

品种或组合 Cultivar or combination	类型 Type	平均生存率 Average survival rate/%		
汕优 10号 Shanyou 10	籼型杂交稻	75.11	a	A
汕优 63 Shanyou 63	籼型杂交稻	68.00	a	A
协优 9308 Xieyou 9308	籼粳杂交稻	65.33	a	A
春江 06 Chunjiang 06	粳稻	62.67	a	A B
协优 413 Xieyou 413	籼粳杂交稻	59.33	a	A B
N22(CK ₁)(抗虫对照)	籼稻	34.77	b	B
TN1(CK ₂)(感虫对照)	籼稻	77.33	a	A

结果表明,各供试品种对白背飞虱若虫无明显忌避性。粳稻品种91-17、丙850和丙90-98对成虫定居具明显忌避性;籼稻品种丙93-63对成虫定居和产卵均有明显忌避性;另一粳稻品种丙814对成虫定居有一定忌避性,但对成虫产卵无明显忌避性;籼型杂交稻汕优63、汕优10号,籼粳杂交稻协优413、协优9308及籼稻品种V989较适宜白背飞虱成虫定居和产卵。供试的12个粳稻品种除春江早1号和丙814

外,其余的10个品种对白背飞虱成虫定居和产卵的忌避性表现趋势基本一致,即不适宜白背飞虱成虫定居和产卵。

2.2 抗生性的测定

2.2.1 白背飞虱的探食频率

白背飞虱在协优9308和N22这两个水稻品种上探食频率显著高于感虫对照品种TN1,表明这两个水稻品种不适合白背飞虱取食。其它4个品种上白背飞虱的探食频率与TN1上的均无显著差异,表明这4个品种较适宜白背飞虱取食(表2)。

2.2.2 若虫的生存率

从表3可看出,几个供试品种(除抗虫对照N22)的若虫存活率与感虫对照品种TN1均无显著差异。从试验结果看,协优413、汕优10号、汕优63、V989、协优9308这5个品种在产卵特性上不抗白背飞虱;春江06抗白背飞虱,表现为产卵量少,卵孵化率低。虽然白背飞虱繁殖第一代时的卵孵化率较高,但同代在抗虫对照N22的卵孵化率更高(表4)。

2.3 耐害性测定

从表5可看出,N22、协优9308、春江06上虫体重量小,且植物损失功能指数亦小,属抗性品种;TN1、汕优10号上虫体重量大,植物损失功能指数亦大,属感虫品种;协优413上虫体重量大但植物损失功能指数小,属耐虫品种。

抗生性和耐虫性的研究结果表明,籼粳杂交稻协优9308及粳稻品种春江06上的白背飞虱产卵量少、虫体重量小,植物损失功能指数亦小,具抗生性;籼粳杂交稻协优413的白背飞虱产卵量大,虫体重量相对大,但植物损失功能指数小,因而具耐虫性;白背飞虱在籼型杂交稻汕优63、汕优10号产卵量大、卵孵化率高,若虫生存率高,植物损失功能指数

表4 产卵量及卵孵化率的测定

Table 4. Fecundity and egg hatchability of WBPH on selected rice cultivars.

品种或组合 Cultivar or combination	类型 Type	迁入代 Immigrant generation		繁殖第一代 Reproduced generation	
		产卵量 No. of eggs deposited	卵孵率 Egg hatchability/%	产卵量 No. of eggs deposited	卵孵率 Egg hatchability/%
协优 413 Xieyou 413	籼粳杂交稻	188.9	ab	94.8	a
汕优 10号 Shanyou 10	籼型杂交稻	184.6	ab	70.1	b
汕优 63 Shanyou 63	籼型杂交稻	147.8	bc	85.7	a b
V989	籼稻	128.0	bc	85.8	a b
协优 9308 Xieyou 9308	籼粳杂交稻	109.1	c	98.9	a
春江 06 Chunjiang 06	粳稻	15.3	d	29.9	c
N22(CK ₁)(抗虫对照)	籼稻	—	—	19.0	e
TN1(CK ₂)(感虫对照)	籼稻	231.4	a	82.0	a b
				90.2	c

表5 不同水稻品种对白背飞虱的耐受性

Table 5. Tolerance of selected rice cultivars to WBPH.

品种或组合 Cultivar or combination	类型 Type	植物损失 功能指数 Modified functional plant loss index	虫体重量 Weight of insect body /mg
汕优 63 Shanyou 63	籼型杂交稻	66.66 b	17.70 ab
汕优 10 号 Shanyou 10	籼型杂交稻	46.64 bc	17.06 ab
协优 9308 Xieyou 9308	籼粳杂交稻	27.14 c	5.78 c
春江 06 Chunjiang 06	粳稻	26.30 c	6.70 c
协优 413 Xieyou 413	籼粳杂交稻	2.30 c	11.42 bc
N22(CK ₁)(抗虫对照)	籼稻	26.70 c	4.18 c
TN1(CK ₂)(感虫对照)	籼稻	95.98 a	21.22 a

和虫体重量均高,因而不具抗生性和耐虫性;籼稻品种 V989 上探食频率高、产卵量大及卵孵化率高表明它不具抗生性。

由本文试验结果可初步看出,籼型杂交稻(汕优 63 和汕优 10 号)感白背飞虱;籼稻品种(V989)较感白背飞虱;籼粳杂交稻(协优 9308 和协优 413)对白背飞虱具一定抗性;大多数供试的粳稻品种(如春江 06 和丙 93-63 等)抗白背飞虱。

3 讨 论

成虫在不同水稻品种上的产卵量是否有差异的问题,不少学者进行了研究报道。Pablo^[1]报道白背飞虱在 25 个感性品种和 20 个抗性品种上的产卵数相似;Khan 和 Saxena^[9]亦认为白背飞虱在感虫和抗虫品种上的产卵数基本一致。胡国文等^[2]认为不同水稻品种上成虫和卵量有显著差异;俞晓平等^[3]亦报道成虫在各品种上的栖息量与自由选择产卵量之间呈极显著相关。由此可见,国内学者大多认为白背飞虱在不同水稻品种上产卵存在差异性,而国外一些学者意见恰恰相反。本文试验结果表明白背飞虱在不同类型抗感水稻品种上产卵确实存在差异。

胡国文等认为不同的水稻品种对白背飞虱若虫有明显忌避性^[2],本文的若虫忌避性测定结果与上述结论不一致,认为主要是由于所选品种特性不同所致。胡国文等选择了对白背飞虱具有中抗水平以上的品种进行研究,本文所研究的大多为供生产上推广种植的育成品种,故有些方面的抗性表现不好。由忌避性测定结果还可以看出,对成虫产卵有明显忌避性的大多数为粳稻品种,而籼型杂交稻汕优 10 号和汕优 63 非常适宜白背飞虱成虫产卵。可能因籼型杂交稻与粳稻品种相比具有外层叶鞘厚、组织间隙大等特点因而适宜白背飞虱产卵。籼型杂交稻与粳

稻品种外层叶鞘组织结构差异性与白背飞虱产卵及卵孵率的关系值得进一步研究。

春江 06 在田间为抗虫品种,但若虫生存率测定结果表明这一品种上的若虫生存率并不显著低于感虫对照品种 TN1。是否可以这样认为,春江 06 的抗性并不表现在若虫生存率方面,而表现在其它方面如抗产卵、卵孵化率低、具一定的耐受性等。另外粳稻品种春江 06 迁入代、繁殖代白背飞虱在其上产卵量少,但卵孵率的结果表现并不一致,迁入代的卵孵率极低而繁殖代的卵孵率却相对较高,前后两代的卵孵率差异很大,原因还有待于进一步研究。由于人力等条件所限,抗生性和耐虫性研究中的供试品种较少为一不足之处,以后的工作中可增加一些品种,进一步研究不同类型的水稻品种对白背飞虱的抗感特性。

参考文献

- 1 吴全安. 粮食作物种质资源抗病虫害鉴定方法. 北京: 农业出版社, 1991. 82~85
- 2 胡国文, 毛立新, 唐 健, 等. 中国水稻科学, 1988, 2(2): 79~84
- 3 俞晓平, 巫国瑞, 胡 萃. 浙江农业大学学报, 1990, 17(1): 61~65
- 4 俞晓平, 巫国瑞, 胡 萃. 植物保护学报, 1990, 17(4): 327~330
- 5 唐 健, 胡国文, 马巨法, 等. 昆虫知识, 1992, 29(5): 260~262
- 6 唐 健, 胡国文, 马巨法, 等. 中国水稻科学, 1991, 5(3): 142~144
- 7 黄 富, 潘学贤, 阴国大. 昆虫知识, 1990, 27(4): 242~245
- 8 Heinrichs E A, Rapusas H R. *Environmental Entomology*, 1983, 12(6): 1793~1797
- 9 Khan Z R, Saxena R C. Factors governing susceptibility and resistance of certain rice varieties to the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). IRRI Saturday Seminar, 20th April, 1985. Los Banos, Philippines; IRRI, 1985. 135
- 10 Mishra N C, Misra B C. *Entomol Exp Appl*, 1991, 59: 87~92
- 11 Pablo S J. Resistance to white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath) in rice varieties; [PH. D. thesis]. New Delhi, India; Indian Agricultural Research Institute, 1997
- 12 Panda N, Heinrichs E A. *Environmental Entomology*, 1983, 12: 1204~1214