

研究报告

抗性水稻品种对褐飞虱和白背
飞虱种群参数的影响*

朱麟** 张古忍 古德祥

(中山大学昆虫所,生物防治国家重点实验室 广州 510275)

Influence of resistant rice varieties to the population parameters of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera*.
ZHU Lin, ZHANG Gu Ren, GU De Xiang(*Institute of Entomology, State Key Laboratory for Biocontrol, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China*).

Abstract Population parameters of *Nilaparvata lugens* (BPH) and *Sogatella furcifera* (WBPH) were preliminarily compared under semi natural conditions, using 4 BPH-resistant rice varieties, ASD7, IR36, JX89, and Mudgo. The results indicated that on these rice varieties, WBPH had higher reproductive rate shorter developmental time, and higher population increase rate than BPH did. The most resistant variety to BPH is JX89, and that to WBPH is Mudgo. Compared with the susceptible TN1, all these resistant rice varieties have different levels of resistance to the two planthopper species, suggesting that BPH-resistant rice varieties are also resistant to WBPH, but WBPH is better adaptive to these varieties. It is suggested that if the BPH-resistant rice varieties are released in a district for a long term, it will inevitably cause the outbreaks of the whiteback planthopper.

Key words *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera*, population parameters, BPH-resistant rice variety, life table

摘要 在半自然状态下,用生命表方法初步比较了褐飞虱 *Nilaparvata lugens* 和白背飞虱 *Sogatella furcifera* 在 4 个抗褐飞虱水稻品种 ASD7, IR36, JX89 和 Mudgo 上的种群参数。初步的结果表明,白背飞虱在 4 个抗褐飞虱水稻品种上具有较高的繁殖率,较短的发育时间和较大的种群增长。对褐飞虱各种群参数影响最大的是 JX89,对白背飞虱影响最大的是 Mudgo。与感性品种 TN1 比较,这些抗褐飞虱的水稻品种对 2 种稻飞虱均具有不同程度的抗性。这些结果说明,抗褐飞虱水稻品种对白背飞虱同样具有一定的抗性,但白背飞虱对这种抗性具有较强的适应性,如果在一个地区长期推广抗褐飞虱的水稻品种,势必会导致白背飞虱的大发生。

关键词 褐飞虱,白背飞虱,种群参数,抗褐飞虱水稻品种,生命表

1 引言

作物抗性的研究有三重目的:(1)确定抗性品种的抗性机制和抗性强度;(2)监测害虫对抗性品种的适应性;(3)选择最优抗性品种应用于生产实践。在水稻品种抗稻飞虱的研究中,抗性鉴定是水稻抗稻飞虱研究中必要的环节,现有的抗性鉴定方法主要是 SST 和 MSST 法^[1]。这 2 种方法所需时间相对较短,评价方法也非常直观,是水稻抗性研究中非常有效的方法。

但这 2 种方法不能追踪稻飞虱在目标抗性水稻品种上取食多个世代后在种群水平上的反应,特别是无法测知稻飞虱对目标抗性水稻品种的适应性演化,如生物型的产生问题。

* 国家自然科学基金资助项目(39770514)和广东省自然科学基金资助项目(980297)。

** 现在通讯地址:210037 南京林业大学森林资源与环境学院昆虫组, Tel:025-5427302。

收稿日期:2001-09-10,修稿日期:2001-12-25

生命表方法是昆虫种群生态学研究的基本方法^[2,3]。应用生命表方法不仅可以鉴定水稻品种的抗性,而且对监测稻飞虱种群对抗性品种的适应性及比较种间对同一水稻抗性品种的适应性差异均可获得非常理想的结果。和其它昆虫相比,稻飞虱的生命表研究相对较为薄弱。现有的研究主要是针对田间种群^[4,5],研究的基点是种群系统理论^[6]。这些研究没有排除天敌、农药及生长环境与农事操作的影响,因而纯粹就抗性这一单因素而论,这种田间生命表方法无法进行准确估计。但这类方法在研究稻飞虱田间种群时非常有用。

作者应用昆虫实验种群生命表的方法,初步研究了褐飞虱 *Nilarparvata lugens* Stål 和白背飞虱 *Sogatella furcifera* Horváth 在几个抗褐飞虱水稻品种上的种群参数,比较了 2 种稻飞虱在这些水稻品种上的适应性差异。

2 材料及方法

1.1 供试虫源

褐飞虱于 1996 年采自广东省四会市大沙镇田间,前期在室内感性品种七袋上饲养,后期在中稻 S₁₁ 上饲养。白背飞虱先后于 1996 年采自广东省四会市大沙镇田间和 1998 年采自华中农业大学和湖北省农科院植保所试验田,于室内 TN1 上饲养 1 代以上后供试。

1.2 水稻品种

供试水稻品种有:TN1, ASD7, IR36, Mudgo 和粳粳 89(JX89),其中 TN1 为感性品种, JX89, ASD7 和 IR36 为抗褐飞虱品种, Mudgo 为兼抗 2 种稻飞虱的品种。所有供试品种于播种后 30 d 供试。

1.3 方法

将各供试水稻品种 30 d 苗种于直径 20 cm 的陶瓷钵中,每钵 3 丛,每丛 5 株并罩以直径 25 cm,高 80 cm 的塑料纱笼,以防止其它昆虫及天敌进入。每品种重复 3 次,每钵为 1 个重复。试验按随机区组排列。每钵接入 5 对羽化 3 d 的长翅型成虫,3 d 后移去成虫,并从接虫后第 8 d 起逐日记载各处理苗上各发育阶段的虫数,

直至第 2 代成虫羽化产卵结束。从若虫孵化起 10 d 后,将所有若虫移至新苗上,并割下飞虱产卵之苗,按 Khan 和 Saxena^[7]的方法染色观察计数未孵化的卵粒数。

参数的计算方法参考钟作良、何桂铭^[8]和贺达汉、田畴的计算方法^[9]。

3 结果

总的来说,在各抗性水稻品种上褐飞虱的繁殖率低,完成 1 个世代所需时间长,种群增长倍数小(表 1)。在供试的 4 个抗性水稻品种中,以 JX89 对褐飞虱的影响最大,种群增长指数仅为 0.114,发育时间最长,超过 30 d。在 ASD7 上,褐飞虱的繁殖率最大,种群内禀增长率约为在 TN1 上的 1/2,种群增长指数达到 2.235。因此,经过 1 个世代后在 ASD7 上的褐飞虱种群将增长 2 倍以上。褐飞虱在 IR36 和 Mudgo 上的情况较为相似,内禀增长率分别为 0.06 和 0.05,净增殖率分别为 5.19 和 3.70,但二者均无显著差异。

表 1 褐飞虱在不同水稻品种上的实验种群参数
(28 ~ 34 °C, RH 60 % ~ 85 %, 1999.8, 武汉)

种群参数 Population parameters	水稻品种 Varieties				
	ASD7	IR36	JX89	Mudgo	TN1
净增殖率(R_0)	8.83B	5.19C	0.81D	3.70C	31.77A
平均世代周期(T)	27.61B	28.92AB	30.95A	27.72B	22.34C
内禀增长率(r_m)	0.08AB	0.06BC	0.007D	0.05C	0.15A
周限增长速率(λ)	1.083A	1.062A	0.932B	1.051A	1.162A
种群增长指数(I)	2.235B	1.237C	0.114D	1.017C	6.301A

注:同一行相同大写字母为 $\alpha=0.01$ 时无显著性差异(邓肯氏 SSR 多重比较)^[10]。

白背飞虱对这 4 个抗褐飞虱水稻品种的反应,和褐飞虱的反应差别较大(表 2)。在 Mudgo 上,白背飞虱平均世代周期大于 30 d,种群增长指数仅为 0.096,净增殖率小于 1。但在其余 3 个抗性水稻品种上的情形则大不相同,各种群参数(除平均世代周期外)均大于褐飞虱的各相应指标,说明这 3 个品种有利于白背飞虱的种群增长,这一结果与生长指数的结果一致。在

这3个抗性水稻品种上,经过1个世代后,白背飞虱的种群数量均将增长2倍以上。从2种稻飞虱的世代存活率曲线(图1,2),同样可以看出,白背飞虱在这3个抗褐飞虱水稻品种上的存活率大于褐飞虱的存活率。因此,单一地大面积推广抗褐飞虱的水稻品种不可能减轻白背飞虱的危害。

表2 白背飞虱在不同水稻品种上的实验种群参数
(28~34℃, RH60%~85%, 1999.8, 武汉)

种群参数	水稻品种 Varieties				
	ASD7	IR36	JX89	Mudgo	TN1
净增殖率(R_0)	20.97B	10.86C	9.54C	0.82D	27.47A
平均世代周期(T)	28.28A	29.18A	28.71A	32.62B	27.13A
内禀增长率(r_m)	0.108A	0.082A	0.079A	-0.006B	0.122A
周限增长速率(λ)	1.114A	1.085A	1.082A	0.994A	1.130A
种群增长指数(I)	4.723B	2.543C	2.327C	0.096D	5.977A

注:同一行相同大写字母为 $\alpha = 0.01$ 时无显著性差异(邓肯氏SSR多重比较)^[10]。

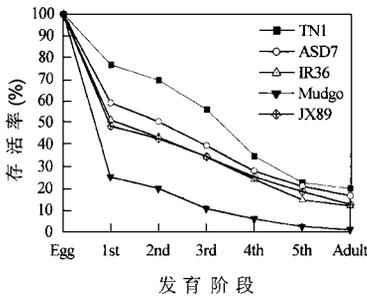


图1 不同水稻品种上褐飞虱种群的世代存活率

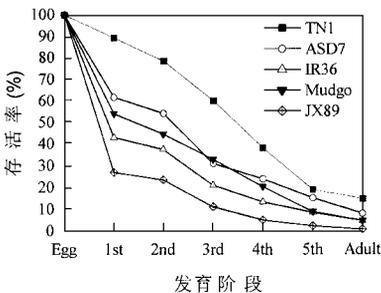


图2 不同水稻品种上白背飞虱种群的世代存活率

4 讨论

对稻飞虱种群参数的研究目前主要是针对

褐飞虱进行的,关于白背飞虱种群参数的研究未见报道,更未见对二者的比较研究。

在对褐飞虱的研究中,庞雄飞等(1992)^[5]对褐飞虱自然种群生命表的组建与分析做了大量的工作,以探讨从种群系统的角度对褐飞虱的生态控制。曾玲、吴荣宗(1984)^[11]研究了褐飞虱的实验种群生命表,通过不同抗性水稻品种的单个抗性指标的研究为基础,进行褐飞虱实验种群生命表的组建。研究结果表明,褐飞虱在不同的抗性水稻品种上的种群发展趋势存在明显的差异。

作者初步比较了褐飞虱和白背飞虱在不同水稻品种上的种群参数。2种稻飞虱在供试的不同抗性水稻品种上,具有不同的种群参数,褐飞虱在这些品种上的种群参数与白背飞虱的在相应品种上的相应参数存在较大的差异,说明白背飞虱对抗褐飞虱而不抗白背飞虱的水稻品种具有较好的适应性。褐飞虱和白背飞虱在抗褐飞虱而不抗白背飞虱的水稻品种上的适应性差异可能有两方面的原因,其一,在这些抗性水稻品种中只存在抗褐飞虱的抗性基因,而缺乏抗白背飞虱的抗性基因,因此从质量性状的角度看,抗褐飞虱的水稻品种对白背飞虱不具有抗性;其二,在水稻抗性品种中,都存在大量的微效基因,这些基因具有多方面的作用,其中最主要的是控制水稻品种中的次生代谢。目前在许多水稻品种中都已鉴定出多种对稻飞虱有各种抑制作用的次生物质^[12-15],在白背飞虱取食这些抗性水稻品种的过程中,这些次生性物质对其取食行为和生长发育可能具有一定的负面影响,这也许是抗褐飞虱水稻品种对白背飞虱具有部分抗性的主要原因。在水稻中,微效基因在指导抗性化合物合成和代谢中的作用,尚缺乏深入的研究。

由于在水稻品种推广应用上,抗褐飞虱的水稻品种所占的比例很大,在白背飞虱对这类品种有良好适应性的情况下,如果长期使用抗褐飞虱而不抗白背飞虱的品种,这种适应性差异势必会引起白背飞虱的种群增长。由于在田间,2种稻飞虱的迁入时间不完全一致,因此根

据各地 2 种稻飞虱迁入时间的差异,适时推广水稻多抗品种将会减轻稻飞虱的危害。

传统的抗性鉴定方法是在幼苗期或生长 30 d 的苗上接种害虫,在一定时间后(如 30 d 或 45 d)调查计数害虫种群的数量,同时根据作物受害的情况按一定的标准进行分级。在水稻品种抗性的研究中常用这种方法。利用生命表方法研究害虫对作物品种的适应性是一种很有用的方法,但费时较长,费工较多。其好处在于可以长期跟踪某一害虫或比较几种害虫在不同作物品种上取食所引起的种群变动。如只考虑作物抗性这一个因素,这一方法的优点会更加突出。用这一方法甚至可以对害虫适应作物品种的生态遗传机制进行研究^[16],对衡量一个作物品种的抗性程度和害虫的适应性演化很有帮助。因此,在作物抗性研究中,广泛采用这一方法并在不同的害虫—作物系统中加以改进,如进行两性生命表的研究^[17],将会对作物抗性的研究提供强有力的手段。

参 考 文 献

- 1 李汝铎,丁锦华,胡国文,苏德明. 褐飞虱及其种群管理. 上海:复旦大学出版社,1996. 212~214.
- 2 Bellows T. S. Jr., Van Driesche R. G., Elkinton J. S. *Ann. Rev. Entomol.*, 1992, **37**: 587~614.
- 3 尚玉昌,蔡晓明. 普通生态学(上册). 北京:北京大学出版社,1992. 28~76.
- 4 曾玲,庞雄飞. 华南农业大学学报,1992,13(3): 23~28.
- 5 庞雄飞,侯任环,包华理. 华南农业大学学报,1992,13(1): 1~5.
- 6 Pang Xiong-Fei, Liang Guang-Wen, Zeng Ling, Wu Wei-Jian. *Transactions of the Ecological Society of Chinese Youths*, 2, 北京:中国科技出版社,1992. 1~9.
- 7 Khan Z. R., Saxena R. C. *J. Econ. Entomol.*, 1986, **79**: 271~273.
- 8 钟作良,何桂铭. 昆虫学报,1990,33(1): 64~70.
- 9 贺达汉,田畴. 昆虫学报,1990,33(4): 437~443.
- 10 钟伯雄,徐俊良. 实用蚕桑生物统计学. 上海:上海科学技术出版社,1992. 140~153.
- 11 曾玲,吴荣宗. 昆虫学报,1984,27(4): 375~383.
- 12 Sogawa K. *Ann. Rev. Entomol.*, 1982, **27**: 49~73.
- 13 Saxena R. C. In: Maurice B. G., Heding A. P. (eds.), *Natural Resistance of Plants to Pests- Roles of Allelochemicals*, Washington, D. C.: ACS, 1986. 142~159.
- 14 Suzuki Y., Sogawa K., Seino Y. *Appl. Entomol. Zool.*, 1996, **31**(1): 111~118.
- 15 Zhang Gu Ren, Zhang Wei Qing, Lian Bin, Gu Lian Quan, Zhou Qiang, Liu Tong Xian. *J. Chem. Ecol.*, 1999, **25**(8): 1 843~1 853.
- 16 Via S. *Evolution*, 1991, **45**: 827~852.
- 17 Chi H. *Environ. Entomol.*, 1988, **17**(1): 26~34.