

# 小粒野生稻对褐稻虱抗性机制的研究

肖汉祥<sup>1</sup> 张良佑<sup>2</sup> (<sup>1</sup>广东省农业科学院 植物保护研究所, 广东 广州 510640; <sup>2</sup>华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

## Resistance Mechanism of *Oryza m inuta* to *N ilaparvata lugens*

XIAO Han-xiang<sup>1</sup>, ZHANG Liang-you<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; <sup>2</sup>College of Natural Resource & Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** The resistance of *Oryza m inuta* to the brown planthopper (BPH), *N ilaparvata lugens* (stal) was analyzed by applying Modified Seedbox Screening Technique (M SST). Based on the significant differences between *Oryza m inuta* and TN 1, the susceptible check variety, in a series of resistance indices such as survival, honeydew amount, population establishment, body weight, ovary development, the number of eggs laid and damaged scale of rice, etc., the resistance mechanism of *Oryza m inuta* to BPH was synthetically evaluated. The results were as follows: The resistant score of *Oryza m inuta* to BPH is zero, it was a high degree of resistance. On *Oryza m inuta*, the survival rate of BPH was 18%, the honeydew amount was 6.04 mm<sup>2</sup>, the number of population establishment was 21.8 per female, the body weight increased was - 0.33 mg, the ovary development was 2.9 grade, the average number of eggs laid was 29.67, but on TN 1, the survival rate of BPH was 82%, the honeydew amount was 46.8 mm<sup>2</sup>, the number of population establishment was 217.0 per female, the body weight increased was 2.27 mg, the ovary development was 4.8 grade, the average number of eggs laid was 229.3, the divergence between them were significant. It was confirmed that the resistance mechanism of *Oryza m inuta* to BPH was antibiotic and nonperference.

**Key words:** *Oryza m inuta*; *N ilaparvata lugens*; antibiotic; nonperference; resistance; mechanism

**摘要:** 通过应用改良苗期群体筛选法, 对小粒野生稻进行了抗性鉴定, 并根据褐稻虱在抗性品种上的生存率、发育进度、蜜露分泌量、群体建立、虫体重量变化、卵巢发育程度、产卵量和稻株的受害级别等指标与感虫对照品种TN 1上的差异显著性作比较, 综合评定了小粒野生稻对褐稻虱的抗性机制。试验结果表明, 小粒野生稻对褐稻虱的抗性级别为0级, 属高抗褐稻虱。在小粒野生稻上, 褐稻虱的生存率为18%, 蜜露分泌量为6.04 mm<sup>2</sup>, 群体建立为21.8头/对, 体重增量为- 0.33 mg, 卵巢发育为2.9级, 产卵量为29.67粒/雌; 而在感虫对照品种TN 1上, 褐稻虱的生存率为82%, 蜜露分泌量为46.8 mm<sup>2</sup>, 群体建立为217.0头/对, 体重增量为2.27 mg, 卵巢发育为4.8级, 产卵量为229.3粒/雌。由此可知, 小粒野生稻对褐稻虱的抗性机制为抗生素性和非选择性。

**关键词:** 小粒野生稻; 褐稻虱; 抗生素性; 非选择性; 抗性; 机理

**中图分类号:** S433.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7216(2001)01-0077-04

褐稻虱 *N ilaparvata lugens* 是亚洲稻区的主要害虫, 其发生和为害严重影响了水稻的产量和品质。生产实践证明, 推广不同遗传背景的抗虫品种是防治褐稻虱最经济、安全而有效的措施, 而广泛地筛选抗源、寻找新种质是选育抗性品种, 克服抗源单一的基础<sup>1</sup>。野生稻长期生长在自然生态环境中, 未经人为选择, 保存着栽培稻不具有的或已经消失了的遗传基因, 且这些基因是目前任何高新技术所无法创造的优良基因<sup>2,3</sup>。研究野生稻的抗虫机制将为抗虫亲本的利用和抗性遗传的研究提供理论依据<sup>4</sup>, 并对指导水稻品种的开发战略和发展多元抗性新品种具有现实意义。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 材料

##### 1.1.1 供试水稻

小粒野生稻 (*Oryza m inuta*) (编号为 E13-9)、雄性不育系 (编号为 E69)、E69/E13-9 的 F<sub>1</sub> 代 (简称 F<sub>1</sub>) 由广东省农业科学院水稻研究所野生稻种质资源圃提供, 另设感虫对照品种 TN 1 和抗虫对照品种 M udgo, 上述两品种由华南农业大学抗虫性课题组从国际水稻研究所 (IRRI) 引进。

##### 1.1.2 供试虫源

褐稻虱生物型 I

#### 1.2 方法

##### 1.2.1 苗期抗性鉴定

鉴定方法采用吴荣宗等方法<sup>5</sup>, 评级标准按国际水稻研究所统一规定的 0~ 9 级标准 (IRRI 1980)。

收稿日期: 2000-02-25; 修改稿收到日期: 2000-06-19。

第一作者简介: 肖汉祥, 男 (1972- ), 硕士, 研究实习员。

### 1.2.2 生存率和发育进度试验

采用张良佑等改良的水培液试管法<sup>5</sup>。于接虫后第 2、5、10、15 天分别检查褐稻虱的生存率,并在接虫后 15 d 检查褐稻虱的发育进度。在实验期间,若发现被褐稻虱取食后的稻株变黄,及时更换同一品种的新鲜稻株。

### 1.2.3 蜜露量的测定

蜜露量的测定参照吴荣宗等的蜜露测定方法<sup>7</sup>,仅改用 0.2% 的溴甲酚绿的无水乙醇处理滤纸上的蜜露。

### 1.2.4 群体建立试验

每钵种植同一供试品种的水稻 5 株,每品种设 5 个重复,在移植后 30 d,每钵接入 1 对羽化后 3 d 的成虫,雌雄各 1 只。供试稻株用开有通气纱窗的透明塑料养虫笼(口径为 11 cm,高为 120 cm)罩住。然后在接虫 20 d 后检查褐稻虱后代的群体数量。

### 1.2.5 虫体重量的变化

虫体重量的测定采用蜡膜小袋(parafilm sachets)法<sup>8,9</sup>进行。将已饥饿 5 h 的褐稻虱雌成虫用吸管接入蜡膜小袋内,每只蜡膜小袋内接入 2 头雌虫,然后将蜡膜小袋包裹在稻株的叶鞘上,每处理设 3 个重复。褐稻虱均用 CAHN-29(感量为 1 μg)精密电子天平称重,24 h 后取出褐稻虱再称重,两次重量之差为虫体体重增量。

### 1.2.6 卵巢发育程度

用供试的水稻品种及对照品种的稻苗分别饲养 2 龄褐稻虱若虫至成虫,设 3 个重复,待成虫羽化后第 0、2、4、6、9、11、13、15 天,在解剖镜下解剖 5 头雌成虫,观察卵巢的发育程度。卵巢发育进度参照吴荣宗的分级标准<sup>4</sup>。

### 1.2.7 产卵量

剪取各供试品种孕穗稻茎一段(偏下部,带叶鞘),分别装入盛有水稻培养液的试管中(直径为 2.5 cm,高为 20 cm),水稻培养液配方同生存率试验。每管接入 1 对在各类品种上生长并刚羽化的成虫,并在试管口上塞上棉花。每品种设 3 个重复。每天更换新鲜稻茎和培养液,并解剖检查卵粒的初产日期和停产日期及稻茎中的卵粒数。

## 2 结果与分析

### 2.1 苗期抗性

苗期抗性鉴定结果表明(表 2),小粒野生稻及其与 E69

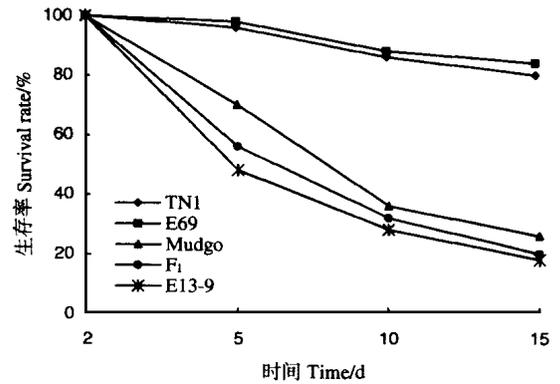


图 1 不同水稻品种对褐稻虱生存率的影响

Fig. 1. Influence of various rice on BPH's survival rate

的 F<sub>1</sub> 代对褐稻虱的抗性级别为 0 级,属高抗褐稻虱,而 E69 的抗性级别为 9 级,表现为高感。

### 2.2 生存率和发育进度

在不同水稻品种上,褐稻虱的生存率试验结果表明(图 1),褐稻虱低龄若虫接到不同水稻品种稻株上,经过 15 d 的发育,抗性对照品种 Mudgo 上的生存率只有 26%,F<sub>1</sub> 上的生存率为 20%,小粒野生稻 E13-9 上褐稻虱的生存率只有 18%,而感虫品种 TN1 和 E69 上褐稻虱的生存率均在 80% 以上。显然,不同水稻品种对褐稻虱的生存率有着显著的影响。

在不同水稻品种的稻株上,褐稻虱的发育进度表明(表 1):在感虫品种上的褐稻虱若虫发育正常,发育速度比在抗虫品种上快得多。经过 15 d 的生长发育后,在感虫品种上大部分已发育为 5 龄若虫或成虫,而在抗虫品种上发育进度最快的才到 5 龄,其中大部分发育到 4 龄或 5 龄,且有部分才到 3 龄,这说明抗虫品种明显地不利于褐稻虱若虫的生长发育。

### 2.3 蜜露分泌量

褐稻虱取食不同水稻品种稻株后分泌的蜜露量(表 2),经方差分析和差异显著性测验表明,存在显著的差异,取食抗性品种的蜜露分泌量显著少于取食感虫品种的蜜露分泌量。根据褐稻虱蜜露分泌量与其取食成正比的原则<sup>10</sup>,说明褐稻虱在抗虫品种上的取食远比在感虫品种上的少。这说明

表 1 不同水稻品种对褐稻虱发育进度的影响

Table 1. Effect of the schedule development of brown planthopper on various rice varieties

品种 Variety	发育进度 Schedule development/%				
	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	成虫
	2nd instar	3rd instar	4th instar	5th instar	Adult
TN1	0.0	0.0	24.4	41.9	33.7
E69	0.0	0.0	23.8	36.9	39.3
Mudgo	0.0	0.0	58.3	41.7	0.0
(E69/E13-9)F <sub>1</sub>	0.0	10.0	55.0	35.0	0.0
<i>O. m inuta</i> (E13-9)	0.0	15.4	53.8	30.8	0.0

表2 不同水稻品种对褐稻虱的抗性反应

Table 2 The resistant response of various rice varieties to brown planthopper

品种 Variety	受害等级	蜜露量	群体建立(头/株)	每头虫体重变化
	Scale of damage /grade	Amount of honeydew /mm <sup>2</sup>	Population establishment (no. /plant)	Change of body weight per adult/mg
TN 1	9	46.80 ± 4.03 a	217.0 ± 12.90 a	2.27 ± 0.33 a
E69	9	45.12 ± 5.13 a	205.8 ± 8.93 a	2.10 ± 0.12 a
Mudgo	3	9.00 ± 2.80 b	30.8 ± 6.46 b	- 0.30 ± 0.07 b
(E69/E13-9)F <sub>1</sub>	0	6.48 ± 1.60 b	25.4 ± 5.44 b	- 0.23 ± 0.06 b
<i>O. m inuta</i> (E13-9)	0	6.04 ± 2.02 b	21.8 ± 2.93 b	- 0.33 ± 0.03 b

注: 表内同列具不同小写字母者方差分析差异显著, 下同。

Note: Means followed by different letters in same column are significantly different ( $P < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. The same as follows (Table 3 and Table 4).

表3 不同水稻品种对褐稻虱卵巢发育的影响

Table 3 Effect of various rice varieties to the germanium development of brown planthopper

品种 Variety	褐稻虱卵巢发育							
	Germanium development of brown planthopper/grade							
	第0天 0 day	第2天 2nd day	第4天 4th day	第6天 6th day	第9天 9th day	第11天 11th day	第13天 13th day	第15天 15th day
TN 1	1.2 ± 0.21 a	3.2 ± 0.26 a	3.7 ± 0.34 a	4.1 ± 0.28 a	4.5 ± 0.12 a	4.7 ± 0.31 a	4.8 ± 0.15 a	4.8 ± 0.23 a
E69	1.1 ± 0.34 a	3.3 ± 0.30 a	3.7 ± 0.22 a	4.2 ± 0.24 a	4.5 ± 0.26 a	4.8 ± 0.19 a	4.9 ± 0.18 a	-
Mudgo	0.9 ± 0.13 b	2.2 ± 0.46 b	2.7 ± 0.20 b	2.9 ± 0.13 b	3.1 ± 0.16 b	-	-	-
(E69/E13-9)F <sub>1</sub>	0.9 ± 0.28 b	2.0 ± 0.16 b	2.4 ± 0.19 b	2.5 ± 0.35 b	2.7 ± 0.23 b	-	-	-
<i>O. m inuta</i> (E13-9)	0.8 ± 0.24 b	1.9 ± 0.20 b	2.3 ± 0.16 b	2.4 ± 0.21 b	2.6 ± 0.13 b	-	-	-

注: “-”表示褐稻虱成虫已全部死亡。

Note: “-” meaning adults of BPH have all died

了褐稻虱对抗虫品种呈非选择性, 取食量明显下降, 故分泌出的蜜露量也少, 相反, 褐稻虱嗜好感虫品种, 摄取大量的营养物质, 因而分泌出的蜜露量也较多。

#### 2.4 群体建立实验

群体建立实验结果表明(表2), 经过20 d的繁殖, 褐稻虱在抗虫品种小粒野生稻F<sub>1</sub>代及Mudgo上群体数量明显比感虫品种TN1和E69上的群体数量少。这说明感虫品种适于褐稻虱的群体增长, 而抗虫品种明显不利于褐稻虱群体的增长。

#### 2.5 虫体重量的变化

从表2可知, 在感虫品种上取食的雌虫, 其重量比1 d前增加, 而在抗虫品种上取食的雌成虫, 其重量反而比1 d前下降。这说明抗性品种对褐稻虱的取食有明显的抑制作用, 此结果与蜜露量的测定结果一致。

#### 2.6 卵巢发育情况

不同品种的水稻对褐稻虱卵巢发育的影响表明(表3), 在抗性品种上取食而生长发育的褐稻虱, 其卵巢发育缓慢, 卵巢的发育仍处于2~3级, 并于11 d后大量死亡, 而在感虫品种上取食而生长发育的褐稻虱, 其卵巢发育较快, 6 d后即超过4级, 表明卵粒已经发育成熟。以上实验说明, 抗虫品种具有延缓褐稻虱卵巢发育的作用, 卵巢管仅含少量成熟的卵粒, 当卵粒尚未发育成熟时, 雌成虫即开始大量死亡, 而取食感虫品种的褐稻虱, 卵巢发育正常, 卵巢管内卵粒发育成熟。

表4 不同水稻品种对褐稻虱产卵的影响

Table 4 Effect of various rice varieties on the oviposit of brown planthopper

品种 Variety	产卵情况 Case of oviposit		
	产卵前期	产卵期	产卵量
	Early stage of oviposit	Days of oviposit	Amount of oviposit
TN 1	4.3 ± 0.26 c	13.3 ± 0.26 a	229.3 ± 33.02 a
E69	4.3 ± 0.26 c	13.0 ± 0.45 a	217.0 ± 21.31 a
Mudgo	6.0 ± 0.00 b	7.3 ± 0.26 b	37.0 ± 7.55 b
(E69/E13-9)F <sub>1</sub>	6.3 ± 0.26 ab	7.0 ± 0.00 b	31.7 ± 7.37 b
<i>O. m inuta</i> (E13-9)	7.0 ± 0.00 a	6.7 ± 0.26 b	29.7 ± 7.63 b

#### 2.7 产卵量

从表4可以看出, 不同抗性的水稻品种对褐稻虱的产卵有着显著的影响, 取食感虫品种的褐稻虱, 不仅产卵量多, 而且产卵前期短, 产卵期长。而取食抗虫品种的褐稻虱, 产卵量显著下降, 产卵前期长, 产卵期短。取食抗性品种的褐稻虱卵巢发育不完全, 产卵量少, 可能是因为抗虫品种对褐稻虱具有非选择性, 取食不到充足的营养所致。

### 3 结论

Painter经过多年的研究, 首次提出抗虫性的三机制: 非选择性(nonperference)、抗性(antibiosis)、耐受性(toler-

ance)<sup>11</sup>。虽然水稻品种对褐稻虱的抗性原因非常复杂,但其抗性机制的表现也不外乎上述三个方面。根据本试验结果可知,小粒野生稻对褐稻虱表现出明显的非选择性和抗生性。饲养在小粒野生稻上的褐稻虱取食量少,发育缓慢,死亡率高,产卵量和孵化率低,因而使褐稻虱的种群受到很大的抑制。

采用感虫的栽培稻雄性不育株(E69)为母本,以高抗褐稻虱的小粒野生稻(E13-9)为父本,进行有性杂交,其F<sub>1</sub>代抗虫鉴定结果表明,F<sub>1</sub>高抗褐稻虱,说明小粒野生稻的抗性可以稳定地遗传给后代。在F<sub>1</sub>上褐稻虱的生存率,后代群体数量、蜜露分泌量、产卵量、体重增量等均显著低于感虫对照品种TN 1,表明其抗性机制为抗生性和非选择性。

谢辞:小粒野生稻及其杂交后代由广东省农业科学院水稻研究所黄巧云研究员提供,谨此致谢。

#### 参考文献

- 1 张良佑,萧整玉,吴洪基 野生稻与栽培稻的杂种后代对褐稻虱的抗性机制初探[J]. 植物保护学报,1998,25(4):321~324
- 2 吴妙燊,李道远 野生稻遗传资源利用展望[J]. 作物品种资源,1995(4):1~4
- 3 汤圣祥,余汉勇,颜辉煌 国外野生稻的优良性状及其引种利用[J]. 作物品种资源,1993(增刊):49~52
- 4 吴荣宗 野生稻抗性对褐稻虱卵巢和交配的影响[J]. 植物保护学报,1990,17(2):133~136
- 5 吴荣宗,张良佑,邱细广. 水稻品种抗褐稻虱筛选方法的研究[J]. 植物保护学报,1984,11(3):145~152
- 6 张良佑,吴荣宗,曾玲 杂交水稻对褐稻虱和白背飞虱的抗性研究[J]. 植物保护学报,1997,14(2):99~105
- 7 吴荣宗,张良佑,邱细广,等 我国主要稻区褐稻虱生物型研究[J]. 植物保护学报,1981,8(4):217~226
- 8 Heinrichs E A. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice [C. Manila: International Rice Research Institute, 1985. 356
- 9 Wu Jung-Tsung, Heinrichs E A, Medrano F G. Resistance of wild rice, *Oryza* spp. to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) [J]. *Environmental Entomology*, 1986, 15(3): 648~653
- 10 Paguia P, Pathak M D, Heinrichs E A. Honeydew excretion measurement techniques for determine differential feeding of biotypes of *Nilaparvata lugens* on rice varieties [J]. *J Econom Entomol*, 1980, 73: 35~40
- 11 Painter R H. Insect Resistance in Crop Plant [M]. New York: Macmillan, 1951. 520

## · 新书介绍 ·

### 作物发育生理

吴光南 编著  
中国农业科技出版社出版

本书为著名作物生理学家吴光南研究员在从事农学和作物发育生理研究达半个世纪的基础上,在加拿大居住期间又利用当地书刊丰富的条件广泛搜集世界各地最新资料,历时三载潜心编著而成。

全书分3篇12章。总论篇阐明作物发育的遗传控制、植物激素的生理生化和植物生长发育中的信息传递,使读者能从现代生物学的观点切入作物发育生理。第二和第三篇分别论述作物的生长和发育。前者包括作物结构的整体性、种子萌发和立苗、作物根的生长、作物茎叶的生长、植物生化调节剂的现状和未来等5章;后者包括作物开花的环境调节、作物的开花、作物的受精和结实、作物的衰老及其调节等4章。书末编有主题索引。

本书研讨作物个体发育的生理过程,帮助人们了解环境因素怎样调节作物的发育,是作物栽培技术的科学理论基础。本书不仅集聚了作者毕生研究的精华,更全面反映了现代作物发育生理学的最新进展,内容新颖,学术水平高,文字严谨,图文并茂,是作物生理学方面难得的好书。本书适合生物和农业大专院校高年级学生、研究生以及在职农学家阅读参考。

本书已由中国农业科技出版社出版,大32开本,500多页。需要的读者,可汇款到310006 杭州市体育场路359号《中国水稻科学》编辑部邮购,每册定价40元,不另收邮资,款到即寄。