

田间发生与室内驯化的褐飞虱生物型 2 的特性比较

吕仲贤¹ 俞晓平¹ 陈建明¹ 郑许松¹ 徐红星¹ 张志涛²

(¹浙江省农业科学院 植物保护研究所, 浙江 杭州 310021; ²中国水稻研究所, 浙江 杭州 310006)

The Bionomics of Biotype 2 Populations of Brown Planthopper Collected in Field and Domesticated in Greenhouse

LU Zhong-xian¹, YU Xiao-ping¹, CHEN Jian-ming¹, ZHENG Xu-song¹, XU Hong-xing¹, ZHANG Zhi-tao²

(¹Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; ²China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China)

Abstract: The bionomics of biotype 2 population of brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* Stal, was compared between BPH population continuously reared on rice resistant variety Mudgo and BPH population purified from paddy-field population collected in Guangxi Province, China. The results indicated that both populations could infest rice varieties Mudgo and IR26 bearing resistant gene *Bph1*, however, the biotype 2 population from field had higher virulence to rice variety ASD7 and IR36 with resistant gene *bph2* than those from greenhouse. The biotype 2 population reared in greenhouse had longer nymphal duration than those from paddy field when they were caged on different rice resistant varieties. Both biotype 2 populations had the lowest nymphal survival, weight of female adult, fecundity, honeydew, net reproductive rate, and the longest nymphal duration on resistant variety ASD7. A significantly higher nymphal survival index and net reproductive rate were found on rice resistant variety IR26 in field population than those in greenhouse population. It is suggested that the variety IR26 should be as an optimal resistant rice variety to monitor the virulence of BPH population and evaluate the resistance of rice to BPH.

Key words: brown planthopper; biotype; rice resistant variety; bionomics

摘要: 比较研究了采自菲律宾国际水稻研究所室内长期用水稻抗性品种Mudgo 驯化的褐飞虱生物型 2 和从广西田间褐飞虱种群中分离获得的田间生物型 2 的致害性, 在不同抗性品种上的生长发育和生殖等特性。结果表明室内和田间生物型 2 对Mudgo 和 IR26 的致害能力相同, 即两者均能成功地致害含 *Bph1* 基因的水稻品种, 但田间生物型 2 对 ASD7 和 IR36 的致害性明显比室内生物型 2 强, 说明两者在具有抗性 *bph2* 的水稻品种上的致害性有差异。取食不同抗性品种时, 田间生物型 2 的若虫历期均比取食相同品种的室内生物型 2 短, 两个生物型 2 在取食 ASD7 时的若虫历期最长, 存活率最低, 雌成虫体重最轻, 产卵量和蜜露量最少, 种群增长指数和营养指数最低。取食 IR26 的田间生物型 2 的若虫存活指数和种群增长指数均明显高于取食 IR26 的室内生物型 2 的指数, 同时也显著高于取食Mudgo 的生物型 2。建议在进行褐飞虱致害性监测和水稻品种抗性评价时以选用 IR26 为宜。

关键词: 褐飞虱; 生物型; 水稻抗性品种; 生物学特性

中图分类号: Q963; S433.1; S435.112¹.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2002)01-0089-04

褐飞虱是威胁水稻的主要害虫之一。20 世纪 70 年代初越南和菲律宾等褐飞虱虫源地国家大面积推广由国际水稻研究所培育的水稻抗虫品种 IR26, 对抑制褐飞虱种群发挥了巨大作用。但是, 由于长期大面积种植 IR26, 导致田间褐飞虱种群产生了能克服 IR26 抗性的新的生物型 2¹。20 世纪 80 年代末, 我国稻区的田间褐飞虱种群也自南而北地转化为以生物型 2 为主²⁻⁴, 而且田间种群的致害性有逐渐增强的趋势, 但南方的广西和云南种群的致害性与位于长江三角洲的浙江省杭州市种群的致害性产生了明显的差异⁵。这对我国褐飞虱的有效防治和水稻抗虫品种的培育和推广构成严重威胁。为进一步阐明褐飞虱致害性变异的遗传规律和更有效地利用抗虫品种, 我们着重比较研究了田间和室内生物型 2 对不同抗虫水稻品种的反应, 为现有抗性水稻品种的使用寿命的延长和褐飞虱种群的可持续控制提供科学依据。

1 材料与方

1.1 材料

室内驯化的生物型 2 采自菲律宾国际水稻研究所

(RR1), 长期用具抗性基因 *Bph1* 的水稻品种Mudgo 饲养。田间褐飞虱种群于 5 月采自广西南宁市田间, 在田间养虫室用感虫水稻品种 TN1 饲养繁殖。感虫水稻品种 TN1 和抗虫品种 IR26, Mudgo (带抗虫基因 *Bph1*)、ASD7、IR36 (带抗虫基因 *bph2*) 分期播种, 3 叶期移栽, 60 d 龄时分单株, 去基部叶鞘和清洗根部后供试验用。

1.2 方法

1.2.1 田间种群生物型 2 的分离

取在 24 h 内羽化的、饥饿 2 h 的短翅雌成虫, 用 Parafilm 蜡膜小袋法在 60 d 龄 TN1 苗上测定单个个体取食 48 h 后的蜜露量, 计算 120 个成虫的平均蜜露量。用同样的方法在 60 d 龄的Mudgo 上测定 48 h 的蜜露量, 取排出大于或等于 TN1 上平均蜜露量的个体再在 60 d 龄的 ASD7 上测定 24 h

收稿日期: 2000-07-16; 修改稿收到日期: 2001-02-21。

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目; 浙江省“九五”科技攻关项目; 浙江省自然科学基金资助项目。

第一作者简介: 吕仲贤(1963-), 男, 硕士, 副研究员。

后蜜露量。根据生物型 2 的致害特性,最后取基本不取食 ASD7 的个体交配、产卵。

1.2.2 对苗期水稻的致害性

鉴别品种 TN 1、Mudgo、IR26、ASD7 和 IR36 播在 60 cm × 50 cm × 10 cm 育苗盆内,每品种 1 行 10 株苗,重复 3 次。2 叶 1 心期平均每苗接入 1~2 龄若虫 6 只。当感虫品种 TN 1 上死苗率达 70% 时,逐日记载各品种上的死苗数,至 TN 1 全部枯死时根据各品种上的死苗数评定危害等级。

1.2.3 对成株期水稻的致害性

将 60 d 龄水稻移入塑料钵钵内,除去外叶鞘,清洗稻株以清除褐飞虱及其天敌。稻株用透明的聚乙烯笼罩住后,接入 30 头 4~5 龄的褐飞虱若虫。10 d 后考查褐飞虱的数量,并以感虫品种 TN 1 上的存活指数为 100,计算若虫存活率并换算成若虫存活指数。若虫存活指数 = (抗性品种上的成活率/感虫品种 TN 1 上的成活率) × 100%。当若虫存活指数大于 50 时表示褐飞虱已能致害该抗虫品种,小于 50 则表示没有适应抗虫品种。

1.2.4 生长发育和生殖

单根稻株放入注有 1.5 cm 深的水稻营养液的试管中,接入初孵若虫 1 头,将试管移入 (26 ± 1) °C,光照/黑暗为 12 h/12 h 的生化培养箱内。每天调查若虫存活和发育情况,定期换苗。将 24 h 内羽化的雌成虫称重,并在相应的品种上测定蜜露量。配对交配、产卵,卵全部孵化后在双筒解剖镜下解剖未孵化的卵。每个品种设 60 次重复。

1.2.5 营养指标测定

取 24 h 内羽化的短翅雌成虫,称初始体重,单虫接入固定在稻株主茎基部的 Parafilm 取食小袋内,取食袋封口后移入 (26 ± 1) °C,光照/黑暗为 12 h/12 h 生化培养箱中,48 h 后取出,称虫体终重和蜜露重。每处理重复 10 次。再取 24 h 内羽化的短翅雌成虫 5 头,称初重后分别放入无食料的取食袋内,移入生化培养箱,定期称其体重,建立体重损失与时间的回归方程,估测褐飞虱的水分蒸发量和代谢量。

取食量 = 体重增加 + 蜜露量 + (水分蒸发量 + 代谢量);

相对生长率(RGR) = 体重增加 / (平均体重 × 取食时间);

吸收转化率(ECI) = (体重增加/取食量) × 100%。

2 结果与分析

2.1 田间和室内生物型 2 对水稻抗性品种的致害性

从田间褐飞虱种群中分离出的生物型 2 和在室内长期用 Mudgo 饲养的生物型 2 对感虫水稻品种 TN 1 和具不同抗性基因的水稻品种 Mudgo、IR26、ASD7 和 IR36 的田间苗期致害性测定结果表明(图 1),两者对感虫品种 TN 1 和具抗性基因 *Bph1* 的水稻品种 Mudgo 和 IR26 的致害等级均为 9 级,即两者均能成功地致害含 *Bph1* 基因的水稻品种。但在具抗性基因 *bph2* 的水稻品种 ASD7 和 IR36 上,室内生物型 2 的致害性明显比田间生物型 2 的致害性弱,田间生物型 2 对它们的致害等级分别为 5 级和 3 级,室内生物型 2 的致害等级仅为 1 级,对 IR36 的致害等级为 0 级表现为免疫。说明田间和室内生物型 2 均保持了生物型 2 特有的致害特性,但田间生物型 2 对 ASD7 和 IR36 致害性有明显的增强。对水稻成株期若虫存活指数的测定结果表明(图 2),田间和室内生物型 2 的致害性与苗期致害性测定完全一致。

2.2 田间和室内生物型 2 若虫的发育历期

对田间和室内褐飞虱生物型 2 若虫在取食感虫和不同抗性水稻品种时的发育历期观察结果表明(表 1),在同一水稻品种上室内生物型 2 的若虫历期均比田间生物型 2 长,特别在取食 IR26 时两者的历期差异达显著水平。在取食不同水稻品种时,取食 TN 1 和 Mudgo 时的田间和室内生物型 2 若虫历期均无明显差异,而在 ASD7 上的若虫历期均明显延长,且与取食 TN 1 和 Mudgo 时的若虫历期差异显著。在同样具有抗性基因 *Bph1* 的水稻品种 Mudgo 和 IR26 上,室内生物型 2 取食 IR26 时的若虫历期也显著比田间生物型 2 的长。

2.3 田间和室内生物型 2 的存活和繁殖

取食 TN 1、Mudgo 和 IR26 时,田间和室内生物型 2 的若虫存活率均大于 50%,且无显著差异;在 ASD7 上其若虫存活率均显著下降,但田间和室内两个生物型 2 间差异不明显(表 2)。同样取食 ASD7 的雌成虫体重和产卵量也最低,尤以室内生物型 2 更为显著,但各品种上的卵孵化率无显著差异。虽然在取食不同抗性水稻品种时雌成虫排泄的蜜露量有

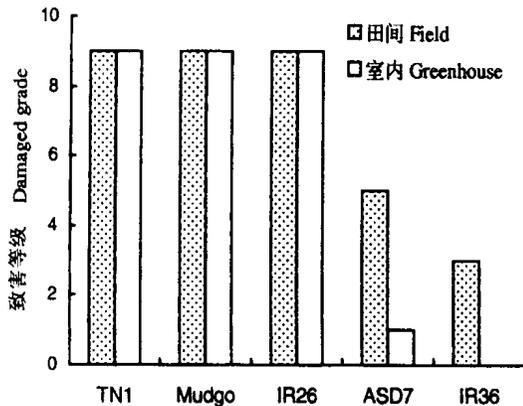


图 1 田间和室内褐飞虱生物型 2 的水稻苗期致害性
Fig. 1. The virulence of biotype 2 population from field and greenhouse to different rice resistant varieties

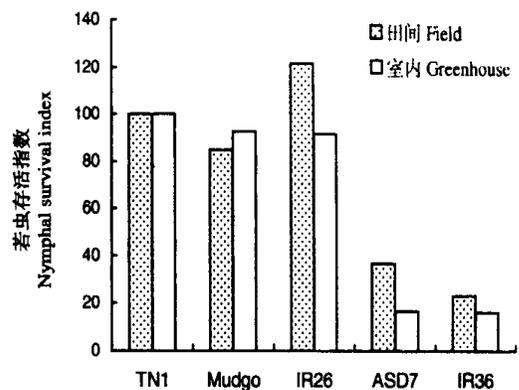


图 2 田间和室内褐飞虱生物型 2 在水稻成株期的存活指数
Fig. 2. The nymphal survival index of biotype 2 population from field and greenhouse on adult rice plants of different resistant varieties

表 1 田间和室内褐飞虱生物型 2 若虫在不同抗性品种上的发育历期

Table 1 The nymphal duration of biotype 2 population from field and greenhouse on different rice resistant varieties

发育历期 Nymphal duration	TN 1		M udgo		IR 26		A SD 7	
	室内	田间	室内	田间	室内	田间	室内	田间
	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field
1 龄 1st instar	4.04 ± 1.27	3.22 ± 0.81	4.25 ± 1.03	3.42 ± 0.92	4.26 ± 1.23	3.61 ± 0.94	4.24 ± 1.80	4.06 ± 1.41
2 龄 2nd instar	3.03 ± 1.12	3.29 ± 1.08	3.16 ± 1.05	3.35 ± 0.98	3.63 ± 1.17	3.18 ± 1.00	3.73 ± 1.16	3.81 ± 1.34
3 龄 3rd instar	3.23 ± 1.08	3.03 ± 0.99	2.62 ± 1.13	2.71 ± 1.29	2.80 ± 0.69	2.33 ± 1.49	4.74 ± 1.58	4.69 ± 1.57
4 龄 4th instar	3.26 ± 0.84	3.14 ± 0.99	3.18 ± 1.15	2.92 ± 0.98	3.50 ± 0.58	2.88 ± 1.02	3.67 ± 1.30	3.20 ± 1.17
5 龄 5th instar	3.30 ± 1.25	3.09 ± 1.01	4.08 ± 1.27	3.75 ± 1.06	3.57 ± 1.26	3.50 ± 0.82	3.85 ± 0.77	3.68 ± 1.06
若虫期 ¹⁾ Total ¹⁾	16.48 b	15.60 b	16.31 b	16.21 b	18.25 a	15.14 b	19.30 a	18.82 a

¹⁾同一行中字母相同者表示在 0.05 水平差异不显著。下同。

¹⁾The data in a row followed by the same letters are not significantly different at 0.05 level. The same for tables below.

表 2 田间和室内生物型 2 在不同水稻品种上的生长发育和生殖

Table 2 The development and reproduction of biotype 2 population from field and greenhouse on different rice resistant varieties

项目 Item	TN 1		M udgo		IR 26		A SD 7	
	室内	田间	室内	田间	室内	田间	室内	田间
	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field
存活率 Survival rate of nymph/%	57.00 a	60.33 a	60.33 a	50.67 a	53.33 a	53.67 a	21.67 b	28.60 b
成虫体重 Weight of female adult/mg	2.00 a	1.85 a	1.50 b	1.52 b	1.71 b	2.10 a	1.30 c	1.40 bc
蜜露量 Honeydew excreted / (mg · d ⁻¹)	30.90 a	35.70 a	28.04 a	22.04 a	21.45 a	22.56 a	7.32 b	16.02 ab
产卵量 Fecundity/ (eggs · d ⁻¹)	112.33 a	132.40 a	97.17 ab	123.33 a	130.00 a	179.0 a	23.83 b	34.30 b
孵化率 Hatchability/%	92.2	93.1	71.3	99.0	77.3	90.0	72.5	85.6

表 3 田间和室内生物型雌成虫的营养指数

Table 3 The food utilization of female adult of biotype 2 population from field and greenhouse on different rice resistant varieties

项目 Item	TN 1		M udgo		IR 26		A SD 7	
	室内	田间	室内	田间	室内	田间	室内	田间
	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field	Greenhouse	Field
体重增加 Weight gained / (mg · d ⁻¹)	0.25 ab	0.30 a	0.15 cd	0.10 d	0.20 bc	0.24 ab	- 0.05	0 d
相对增长率 RGR / (mg · mg ⁻¹ · d ⁻¹)	0.11 ab	0.14 a	0.10 ab	0.06 b	0.11 ab	0.11 ab	-	0
吸收转化率 ECI/%	0.80 a	0.83 a	0.76 a	0.85 a	0.78 a	0.88 a	-	0

RGR - Relative growth rate; ECI - Efficiency of conversion in insects

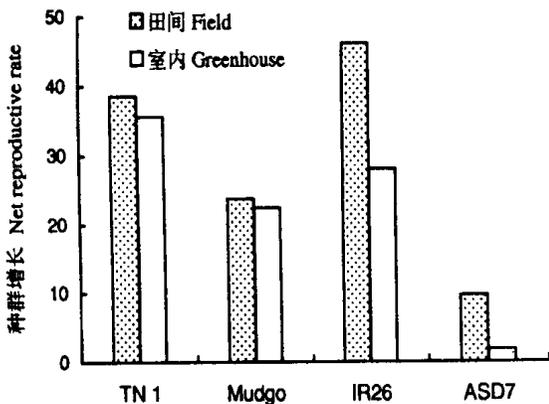


图 3 田间和室内生物型 2 在不同水稻抗性品种上的种群增长
Fig. 3. The net reproductive rate of biotype 2 population from field and greenhouse on different rice resistant varieties.

很大的差异,但是除室内生物型 2 在 ASD7 上的蜜露量显著减少外,其他均差异不显著。

结合田间和室内生物型 2 的存活率、性比、产卵量和卵孵化率的结果,计算出种群净增长倍数(R_0)。由图 3 可见,田间和室内生物型 2 的种群净增长倍数在 ASD7 上均显著下降。在 TN 1 和 Mudgo 上两者的种群净增长倍数基本相同,但在 IR 26 和 ASD 7 上田间生物型的种群净增长倍数明显高于室内生物型的种群净增长倍数。比较具有相同抗性基因的 Mudgo 和 IR 26, 田间生物型在取食 IR 26 时的种群净增长倍数显著比取食 Mudgo 的高。

2.4 田间和室内生物型 2 雌成虫的食物利用

对田间和室内生物型 2 雌成虫在不同抗性水稻品种上的营养指数测定结果表明(表 3), 雌成虫取食不同品种后的体重增加有明显差异,可以分为 4 类,即取食 TN 1 者大于 0.25 mg/d, 取食 IR 26 者为 0.20 ~ 0.24 mg/d, 取食 Mudgo 者为 0.10 ~ 0.15 mg/d, 特别是取食 ASD 7 的生物型 2 为负

增长,但取食同一品种的生物型之间无显著差异。取食TN 1、Mudgo和R26的雌成虫相对生长率,除取食Mudgo的田间生物型显著低外,其余均无明显的差异。而取食TN 1、Mudgo和R26雌成虫的吸收转化率较低,均在0.75%和0.90%之间,也无显著差异。

3 讨论

在自然界中,田间褐飞虱种群间相互交配繁殖,遗传物质交流频繁,导致个体中所具有的遗传物质产生混合或部分混合,因此田间种群是不同致害性个体的混合群体,田间种群的致害性只能用优势生物型的致害性来表达。从而使得田间褐飞虱“生物型”的遗传物质与原来定义的纯“生物型”的遗传特性发生差异^{6,7}。由于褐飞虱在我国大多数稻区不能越冬,因此迁入地田间褐飞虱种群的特性是不同虫源地和不同致害性褐飞虱个体特性混合的结果⁸。从本研究看,虽然田间褐飞虱生物型2的分离完全按定义中“生物型2”的特性进行,但与室内生物型2比较,其子代不仅对ASD7的致害性明显增强,而且在R26上的若虫历期短、产卵量增加和种群增长快。加上纯的褐飞虱生物型个体在自然界中不可能存在,因此在研究褐飞虱致害性的变异规律时必须区分田间褐飞虱种群的优势生物型与定义中的生物型的特性,同时还必须与水稻抗性品种相联系,以准确指导水稻品种的抗性选育、现有抗性水稻品种使用寿命的延长和褐飞虱的有效防治工作。

虽然Mudgo和R26都具有抗性基因*Bph1*,Mudgo作为褐飞虱致害性检测和水稻抗性品种评价的标准品种之一已被广泛使用。但是由于Mudgo中微小抗性基因的存在,导致相同致害性的褐飞虱种群对Mudgo和R26的反应也存在着一定的差异,这在本研究中再次得到证实。然而,褐飞虱致害性的变化、生物型2的产生是由于虫源地国家长期大面积种植R26或推广以R26为亲本的水稻品种引起的。田间褐飞虱生物型2和室内生物型2的特性差异主要表现为田间生物型2比室内生物型2对R26的适应性更强,在R26上

取食后的若虫历期短、产卵量多和种群增长快。虽然近几年来我国田间褐飞虱种群的致害性有所增强,但仍以生物型2为优势,因此在采用田间褐飞虱种群作为水稻品种抗性鉴定的虫源或进行田间褐飞虱致害性检测时,以使用R26作为鉴别品种为宜。

参考文献

- 1 Zhang Z T (张志涛). Biotypes of brown planthopper in rice *Agronomy A broad: Rice* (国外农学-水稻), 1986, (4): 16- 22 (in Chinese)
- 2 Li Q (李青), Luo S Y (罗善昱), Wei S M (韦素美), et al. Preliminary report on brown planthopper biotypes of rice in Guangxi *Guangxi Agric Sci* (广西农业科学), 1991, (1): 29- 32 (in Chinese)
- 3 Zhang Y (张扬), Tan Y J (谭玉娟), Cheng F (陈峰), et al. Census and monitoring of brown hopper biotypes on rice in Guangdong *Guangdong Agric Sci* (广东农业科学), 1991, (2): 22- 25 (in Chinese)
- 4 Tao L Y (陶林勇), Yu X P (俞晓平), Wu G R (巫国瑞). Preliminary monitoring the biotypes of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal in China *Sci Agric Sin* (中国农业科学), 1992, 25(3): 9- 13 (in Chinese with English abstract)
- 5 Lu Z X, Yu X P, Wu G R, et al. The virulence change and damage characteristics of various geographic population of brown planthopper. *Entomologia Sinica*, 1999, 6(2): 146- 154
- 6 Claridge M F, Hollander J D. The biotype concept and its application to insect pests of agriculture *Crop Protection*, 1983, (2): 85- 95
- 7 Saxena R C, Barrion A A. Biotype of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* and strategies in development of host plant resistance *Insect Sci Appl*, 1985, 6(3): 271- 287
- 8 Li R D (李汝铎), Ding J H (丁锦华), Wu G W (胡国文), et al. Brown Rice Planthopper and Its Population Management (褐飞虱及其种群管理). Shanghai Fudan University Press (复旦大学出版社), 1996 (in Chinese)