

# 连续取食抗吡虫啉褐飞虱 对黑肩绿盲蝽生物学特性的影响

凌炎<sup>1</sup> 黄芊<sup>2</sup> 蒋显斌<sup>2</sup> 龙丽萍<sup>2</sup> 黄凤宽<sup>1</sup> 黄所生<sup>1</sup> 吴碧球<sup>1</sup>

1. 广西农业科学院植物保护研究所/广西作物病虫害生物学重点实验室, 南宁 530007;

2. 广西农业科学院水稻研究所, 南宁 530007

**摘要** 为了解连续取食抗吡虫啉褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)对黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter)生物学特性的影响,分别用对吡虫啉(Imidacloprid)敏感的褐飞虱种群(SN种群)和极高抗吡虫啉的褐飞虱种群(RN种群)连续饲养黑肩绿盲蝽15代,观察黑肩绿盲蝽SNCF<sub>15</sub>和RNCF<sub>15</sub>种群的生物学特性。结果表明:2种群的卵期、若虫期、成虫期以及整个世代的历期、各时段的羽化率差异均不显著,但SNCF<sub>15</sub>种群的产卵期比RNCF<sub>15</sub>种群长,产卵量比RNCF<sub>15</sub>种群大,且均差异显著;SNCF<sub>15</sub>种群的卵孵化率、若虫存活率也比RNCF<sub>15</sub>稍高,且卵历期稍短。

**关键词** 吡虫啉; 褐飞虱; 黑肩绿盲蝽; 生物学特性

**中图分类号** S 435.112<sup>+</sup>.3; S 476<sup>+</sup>.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)01-0045-04

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)在世界分布广泛,是水稻生产国的主要害虫之一,具有远距离迁飞性、暴发性和毁灭性等特点,世界各主产稻国每年都将其作为重点防治对象<sup>[1]</sup>。在褐飞虱的综合防控技术体系中,化学防治具有见效快、效果好、使用方法简便等优点,始终是应急防治水稻褐飞虱的最有效途径<sup>[2]</sup>,但长期频繁大量使用化学农药使褐飞虱对多种杀虫剂产生了不同程度的抗性<sup>[3-12]</sup>。2005年中国褐飞虱大发生的主要原因之一就是褐飞虱对吡虫啉(Imidacloprid)产生了极高水平抗性<sup>[13-14]</sup>。黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter)是水稻主要害虫褐飞虱 *N. lugens*、白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath)和黑尾叶蝉 *Nephotettix nigropictus* (Stål)的捕食性天敌,主要捕食卵和低龄若虫,在褐飞虱种群自然控制作用中有重要作用<sup>[15]</sup>。黑肩绿盲蝽是兼具植食性和捕食性的特殊天敌种类,目前,国内外学者已对该虫的生物学特性、田间种群消长动态、捕食作用、化学农药的毒性等方面进行了大量试验,对该虫捕食作用的研究主要包括猎物密度、自身密度、不同分布类型猎物密

度、稻田施氮量、食物、温度和水稻品种等方面<sup>[16-20]</sup>;对其与植物之间关系的研究主要集中在寄主范围、寄主品种、Bt水稻、稻株挥发性物质以及稻株伤流液等方面<sup>[21-25]</sup>;与其与猎物关系的研究则着重于捕食选择性、飞虱和叶蝉的捕食能力、功能反应以及与环境生态等方面<sup>[26-29]</sup>,但猎物抗药性对捕食性天敌发育、存活和繁殖等生物学特性方面的影响均未见报道。

笔者以极高抗吡虫啉的褐飞虱种群和敏感种群为材料,研究抗吡虫啉褐飞虱种群对其主要捕食性天敌黑肩绿盲蝽生物学特性的影响,旨在为保护和利用黑肩绿盲蝽,协调化学防治与生物防治的关系提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试水稻

供试水稻品种 TN1 来自国际水稻研究所,由笔者所在实验室自繁留种。将 TN1 水稻种子催芽,播于网室的水泥槽内,约 30 d 后将水稻苗移栽于塑料盆(直径 16 cm)内,每盆约 10 根水稻苗。

收稿日期: 2014-06-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(31060247,31160365,31160369,31360437); 国际科技合作计划项目(2012DFA31220); 广西自然科学基金项目(2012GXNSFAA053050,2012GXNSFBA053049); 广西特聘专家专项; 国家现代农业产业技术体系广西创新团队(水稻)项目; 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2012YZ04,桂农科 2013YQ17,桂农科 2014YP08,桂农科 2014JZ07)

凌炎,副研究员. 研究方向: 农业害虫抗药性. E-mail: lingyan168@126.com

通信作者: 龙丽萍,博士,研究员. 研究方向: 农业害虫抗药性. E-mail: longlp@sohu.com

## 1.2 供试虫源

褐飞虱抗性种群(RN 种群)由笔者从田间采集并经测定筛选获得,对吡虫啉抗性倍数达 1 000 倍以上;敏感种群(SN 种群)由浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所植保工程研究室提供,在不接触任何药剂的条件下一直用 TN1 水稻苗饲养繁殖而得;黑肩绿盲蝽来自广西农业科学院植物保护研究所,从网室内饲养褐飞虱敏感种群的养虫笼内采集。抗性和敏感褐飞虱种群均用分蘖期的 TN1 水稻品种饲养。

将分蘖期的盆栽水稻苗去除黄叶和小的分蘖,并用自来水将稻苗清洗干净,每 2 盆放于 1 个养虫笼内,每个养虫笼内接足够数量的产卵期褐飞虱雌成虫(褐飞虱抗性种群 RN 和敏感种群 SN 分开,并做好标记),每 2 d 将产卵虫移到另外的养虫笼产卵,用得到的产卵苗用于饲养黑肩绿盲蝽。连续饲养 15 代后,观察黑肩绿盲蝽的 RNCF<sub>15</sub> 种群和 SNCF<sub>15</sub> 的生物学特性。

## 1.3 供试药剂

供试 96.04% 吡虫啉原粉由拜耳作物科学有限公司提供。

## 1.4 观察方法

参照吴光荣等<sup>[16]</sup>的方法并略加改进。将黑肩绿盲蝽成虫置入罩以纱笼的稻苗上产卵,每日统计卵数量,然后保湿观察卵期和孵化率。若虫孵出后,在玻璃管(直径 3 cm,长 15 cm)中用带有卵的水稻叶鞘进行单虫饲养,定时记录羽化时间和若虫历期等。成虫羽化后进行雌雄配对,观察产卵和寿命等。处理后置于(26±1)℃、湿度 80%、光周期 L/D=16/8 h 的人工气候箱中,每种群处理重复 10 次。

## 1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 和 DPS 软件处理数据,

并用 *t* 检验法进行差异显著性比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 黑肩绿盲蝽 2 种群各虫态的历期

从表 1 可知,用对吡虫啉敏感的褐飞虱种群和极高抗吡虫啉的褐飞虱种群饲养黑肩绿盲蝽 15 代后,2 种群的卵历期、若虫期、成虫期以及整个世代的历期差异均不显著。

表 1 SNCF<sub>15</sub> 和 RNCF<sub>15</sub> 种群各虫态历期<sup>1)</sup>

Table 1 The duration of different stages of SNCF<sub>15</sub>

		and RNCF <sub>15</sub> colonies		d
虫态 Stage		SNCF <sub>15</sub>	RNCF <sub>15</sub>	
卵期 Egg stage		7.95±1.05 a	8.07±0.91 a	
	1 龄 1st instar	3.08±0.72 a	3.12±0.62 a	
若虫期 Nymph stage	2 龄 2nd instar	2.39±1.01 a	2.17±0.84 a	
	3 龄 3rd instar	1.92±0.66 a	1.88±0.57 a	
	4 龄 4th instar	2.24±0.45 a	2.20±0.65 a	
	5 龄 5th instar	3.21±0.88 a	3.28±0.63 a	
	全历期 Whole duration	12.53±0.54 a	12.37±0.76 a	
成虫期 Adult stage	雌虫 Female	20.48±8.50 a	19.33±8.00 a	
	雄虫 Male	18.67±10.60 a	18.86±9.70 a	
	平均 Average	19.42±9.30 a	19.06±8.60 a	
	产卵前期 Preoviposition period	1.30±0.04 a	1.38±0.06 a	
全世代 Whole generation		21.81±0.62 a	20.75±0.55 a	

1)同行数值后字母相同表示在 5% 水平上差异不显著( $P>0.05$ )。The data within the same letters in the same row are not significantly different at the level of 5% ( $P>0.05$ ).

### 2.2 黑肩绿盲蝽 2 种群的羽化时间

从表 2 可知,黑肩绿盲蝽 SNCF<sub>15</sub> 和 RNCF<sub>15</sub> 种群各时段的羽化率差别不大,种群间差异不显著,2 种群羽化最多的时间是 16:00—20:00 时段,羽化率达到 30%;其次是 08:00—12:00 时段和 12:00—16:00 时段,羽化率为 20% 左右,其他时段均在 11.4% 以下。

表 2 SNCF<sub>15</sub> 和 RNCF<sub>15</sub> 种群各时段的羽化率<sup>1)</sup>

Table 2 The emergence rate of SNCF<sub>15</sub> and RNCF<sub>15</sub> colonies in different times of the day

种群 Colony	00:00—04:00	04:00—08:00	08:00—12:00	12:00—16:00	16:00—20:00	20:00—24:00	%
SNCF <sub>15</sub>	7.7±1.3 a	11.4±0.9 a	21.8±1.0 a	18.6±1.2 a	30.5±1.4 a	10.0±1.1 a	
RNCF <sub>15</sub>	8.5±1.2 a	9.8±1.3 a	23.4±1.5 a	17.7±0.8 a	32.8±1.3 a	7.8±0.7 a	

1)同列数值后相同字母表示在 5% 水平上差异不显著( $P>0.05$ )。

The data within the same letters in the same column are not significantly different at the level of 5% ( $P>0.05$ ).

### 2.3 黑肩绿盲蝽 2 种群产卵特性和若虫存活率

从表 3 可知,用对吡虫啉敏感的褐飞虱种群和极高抗吡虫啉的褐飞虱种群饲养黑肩绿盲蝽 15 代后,SNCF<sub>15</sub> 种群的成虫产卵期比 RNCF<sub>15</sub> 种群长,

产卵量也比 RNCF<sub>15</sub> 种群大,且两者差异均显著。另外,褐飞虱 SNCF<sub>15</sub> 种群的卵孵率和若虫存活率也比 RNCF<sub>15</sub> 稍高,SNCF<sub>15</sub> 种群的卵历期比 RNCF<sub>15</sub> 稍短。

表 3 SNCF<sub>15</sub> 和 RNCF<sub>15</sub> 种群成虫产卵特性和若虫存活率<sup>1)</sup>Table 3 The adult oviposition characteristics and nymphal survival of SNCF<sub>15</sub> and RNCF<sub>15</sub> colonies

种群 Colony	产卵期/d Spawning time	每雌产卵粒数 Eggs grains	卵历期/d Egg stage	卵孵率/% Egg hatchability	若虫存活率/% Nymphal survival rate
SNCF <sub>15</sub>	18.25±1.94 a	285.09±43.75 a	6.80±0.40 a	55.78	57.60
RNCF <sub>15</sub>	10.10±0.83 b	238.72±40.51 b	7.10±0.22 a	53.60	56.30

1) 同列数值后不同字母表示在 5% 水平上差异显著 ( $P < 0.05$ )。

The data within the same letters in the same column are not significantly different at the level of 5% ( $P < 0.05$ ).

### 3 讨 论

用对吡虫啉敏感的褐飞虱种群和极高抗吡虫啉的褐飞虱种群饲养黑肩绿盲蝽 15 代, 2 种群的卵期、若虫期、成虫期以及整个世代的历期、各时段的羽化率都差别不大, 差异均不显著。但 SNCF<sub>15</sub> 种群的产卵期比 RNCF<sub>15</sub> 种群长, 且产卵量比 RNCF<sub>15</sub> 种群大, 均差异显著; SNCF<sub>15</sub> 种群的卵孵化率、若虫存活率也比 RNCF<sub>15</sub> 稍高; SNCF<sub>15</sub> 种群的卵历期比 RNCF<sub>15</sub> 稍短。说明抗吡虫啉的褐飞虱种群对捕食性天敌黑肩绿盲蝽的卵期、若虫期、成虫期以及整个世代的历期和羽化率没有影响, 而对黑肩绿盲蝽的产卵期、产卵量、卵孵化率、若虫存活率有不利影响。这与李元喜等<sup>[30]</sup> 研究发现寄主抗药性对菜蛾绒茧蜂有不利影响有相似之处, 说明猎物抗药性对捕食性天敌也存在不利影响, 并且在其他杀虫剂中也可能存在。猎物对杀虫剂产生抗性后, 其生理生化指标发生改变, 进而影响到捕食其天敌, 可能是产生以上结果的原因。根据 Beckage<sup>[31]</sup> 对寄主-寄生昆虫内分泌调控机理的研究结果, 导致这种结果更具体的原因可能是抗性寄主激素分泌发生了改变。

在本试验中, 2 种群的卵期、若虫期、成虫期以及整个世代的历期、各时段的羽化率, 差异均不显著, 说明通过连续数代的捕食, 黑肩绿盲蝽能适应抗性褐飞虱生理生化变化, 更好地完成自己的发育, 这是 2 个物种相互适应的结果。而 SNCF<sub>15</sub> 种群的卵孵化率、若虫存活率也比 RNCF<sub>15</sub> 稍高 SNCF<sub>15</sub> 种群的卵历期比 RNCF<sub>15</sub> 稍短, 这表明虽然通过 15 代的捕食, 黑肩绿盲蝽和抗性褐飞虱之间仍存在一些不适应性, 说明 2 个物种间要完全相互适应需要一个很长的过程, 同时也表明两者具有协同进化的关系, 但需要一个较长的阶段。

### 参 考 文 献

[1] DYCK V A, THOMAS M D. The brown planthopper problem

[M]. Manila: IRRI, 1979: 3-17.

- [2] NAGATA T. Insecticide resistance and chemical control of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) [J]. Bull Kyushun Nat Agric Exp Sta, 1982, 22(1): 49-164.
- [3] 高辉华, 王荫长, 谭福杰, 等. 稻飞虱对杀虫剂敏感性水平的研究[J]. 南京农业大学学报, 1987, 4(增刊): 65-72.
- [4] 毛立新, 梁天锡. 水稻飞虱对十三种杀虫剂的抗药性监测[J]. 中国水稻科学, 1992, 6(2): 70-76.
- [5] 龙丽萍, 林明珍, 廖世纯, 等. 南宁褐飞虱种群抗药性研究[J]. 广西农业科学, 1993(2): 81-83.
- [6] 龙丽萍, 邓业成, 林明珍, 等. 水稻褐飞虱的抗药性监测[J]. 西南农业学报, 1997, 10(1): 96-101.
- [7] 龙丽萍. 水稻飞虱对杀虫剂的敏感性变化动态研究[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(1): 15-20.
- [8] 王彦华, 李永平, 陈进, 等. 褐飞虱对吡虫啉敏感性的时空变化及现实遗传力[J]. 中国水稻科学, 2008, 22(44): 421-426.
- [9] 王荫长, 李国清, 丁士银, 等. 褐飞虱对常用药剂的敏感性年度间变化规律[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(增刊): 1-8.
- [10] 梁天锡, 毛立新. 水稻飞虱的抗药性监测研究[J]. 华东昆虫学报, 1996, 5(1): 89-93.
- [11] 凌炎, 范桂霞, 周国辉, 等. 广西不同褐飞虱种群对三种杀虫剂的抗性监测[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(9): 40-42.
- [12] 凌炎, 周国辉, 范桂霞, 等. 褐飞虱对吡虫啉、噻嗪酮和氟虫腈的抗性监测[J]. 植物保护, 2009, 35(1): 104-107.
- [13] 中国农业技术推广服务中心药械处. 关于中晚稻褐飞虱对吡虫啉抗药性情况的通报[R/OL]. <http://www.asng.gov.cn/Arti ce Show>. 2005-09-28.
- [14] 唐振华, 陶黎明, 李忠. 害虫对新烟碱类杀虫剂的抗药性及其治理策略[J]. 农药学报, 2006, 8(3): 195-202.
- [15] 陈建明, 程家安, 何俊华. 温度和食物对黑肩绿盲蝽发育、存活和繁殖的影响[J]. 昆虫学报, 1994, 37(1): 63-70.
- [16] 吴光荣, 陈琇. 黑肩绿盲蝽生物学特性及其捕食作用的研究[J]. 浙江农业大学学报, 1987, 13(2): 210-221.
- [17] 鲍庆才, JERVISM A. 黑肩绿盲蝽对不均匀分布猎物的捕食行为[J]. 西南农业大学学报, 1988, 10(2): 245-251.
- [18] 陈建明, 程家安. 黑肩绿盲蝽对白背飞虱卵的功能反应和干扰反应[J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19(1): 117.
- [19] 娄永根, 程家安. 黑肩绿盲蝽对褐飞虱卵的功能反应及搜索行为[J]. 植物保护学报, 1996, 23(4): 321-326.
- [20] 吕仲贤, 俞晓平, HEONG K L, 等. 稻田氮肥施用量对黑肩绿盲蝽捕食作用的影响[J]. 昆虫学报, 2005, 48(1): 48-56.
- [21] SENGUTTUVAN T, GOPALAN M. Predator efficiency of

- mirid bugs (*Cyrtorhinus lividipennis*) on eggs and nymphs of brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) on resistant and susceptible varieties of rice [J]. *Agric Sci*, 1990, 60: 285-287.
- [22] GEETHA N, GOPALAN M, GALASUBRAMANIAN G. Ovipositional behaviour of mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* on rice and weeds [J]. *Entomol Res*, 1993, 17(1): 17-20.
- [23] MATSUMURA M, SUZUKI Y. Effects of prey species and honey dew feeding on development and reproduction of the mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter [J]. *Kyushu Pl Prot Res*, 1999, 45: 63-67.
- [24] 娄永根, 程家安, 郭华伟, 等. 水稻品种对黑肩绿盲蝽功能反应的影响[J]. *中国水稻科学*, 2001, 15(2): 158-160.
- [25] BERNAL C C, AGUDA R M, COHEN M B. Effect of rice lines transformed with *Bacillus thuringiensis* toxin genes on the brown planthopper and its predator *Cyrtorhinus lividipennis* [J]. *Entomol Exp Appl*, 2002, 102: 21-28.
- [26] 陈建明, 程家安, 何俊华. 温度和食物对黑肩绿盲蝽发育、存活和繁殖的影响[J]. *昆虫学报*, 1994, 37(1): 63-70.
- [17] HEONG K L, DOMINGO I. Shifts in predator-prey ranges in response to global warming [J]. *IRRN*, 1992, 17(6): 29-30.
- [28] LABA I W, HENG K L. Predation of *Cyrtorhinus lividipennis* on eggs of planthoppers in rice (Indonesian) [J]. *Crop Sci*, 1996, 11(2): 40-50.
- [29] SONG Y H, HEONG K L. Changes in searching responses with temperature of *Cyrtorhinus lividipennis* on the eggs of brown planthopper [J]. *Nilaparvata lugens Res Popul Ecol*, 1997, 39: 201-206.
- [30] 李元喜, 刘树生, 刘银泉. 寄主抗药性对菜蛾绒茧蜂生物学特性的影响[J]. *昆虫学报*, 2002, 45(4): 459-464.
- [31] BECKAGE N E. Endocrine interactions between endoparasitic insects and their hosts [J]. *Ann Rev Entomol*, 1985, 30: 371-413.

## Effects of feeding on Imidacloprid resistant *Nilaparvata lugens* (Stål) on the biological characteristics of *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter)

LING Yan<sup>1</sup> HUANG Qian<sup>2</sup> JIANG Xian-bin<sup>2</sup> LONG Li-ping<sup>2</sup>

HUANG Feng-kuan<sup>1</sup> HUANG Suo-sheng<sup>1</sup> WU Bi-qiu<sup>1</sup>

1. *Plant Protection Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences / Guangxi Key Laboratory for Biology of Crop Diseases and Insect Pests, Nanning 530007, China;*  
2. *Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China*

**Abstract** To understand the effects of feeding on brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) populations resistant to Imidacloprid on biological characteristics of *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter), was fed on *N. lugens* which was sensitive and highly resistant to Imidacloprid for 15 successive generations, respectively. Biological characteristics of *C. lividipennis* SNCF<sub>15</sub> and RNCF<sub>15</sub> were studied. The results showed that the percentage of emergence did not vary significantly between the two colonies during egg stage, nymphal stage and adult stage, as well as every period of the whole life. Compared with RNCF<sub>15</sub> colony, SNCF<sub>15</sub> colony had a significantly longer egg laying phase and higher spawning rate, and a relatively higher egg hatching rate as well as the survival rate of nymphs, but a shorter egg period.

**Key words** Imidacloprid; *Nilaparvata lugens* (Stål); *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter); biological characteristics

(责任编辑:陈红叶)