

## Bt 水稻对飞虱和叶蝉及其卵寄生蜂扩散规律的影响

陈茂<sup>1</sup>, 叶恭银<sup>1</sup>, 胡萃<sup>1</sup>, Tu J<sup>2</sup>, Datta S K<sup>2</sup>

(1. 浙江大学 应用昆虫学研究所, 浙江 杭州 310029; 2. 国际水稻研究所, 菲律宾)

**摘要:** 研究了 Bt 水稻两个纯合品系 TT9-3 和 TT9-4 在田间对飞虱、叶蝉及其卵寄生蜂扩散规律的影响。结果表明: 在 Bt 稻区与对照(IR72)区间相互扩散的飞虱有白背飞虱(*Sogatella furcifera*)、褐飞虱(*Nilaparvata lugens*); 叶蝉有黑尾叶蝉(*Nephotetix cincticeps*)、白翅叶蝉(*Erythroneura subrufa*)和电光叶蝉(*Deltapcephalus dorsalis*); 其中以白背飞虱和黑尾叶蝉为主。扩散数量叶蝉多于飞虱; 扩散方向以 Bt 稻区向对照区扩散为主, 其中 TT9-3 与 IR72、TT9-4 与 IR72 间白背飞虱与黑尾叶蝉的扩散量差异均达显著水平( $P < 0.05$ )。在 Bt 稻区与对照区间相互扩散的飞虱和叶蝉的卵寄生蜂有稻虱缨小蜂(*Anagrus* spp.) 和叶蝉柄翅小蜂(*Lymaenon longicrus*), 数量上后者多于前者, 扩散方向也以 Bt 稻区向对照区扩散为主。

**关键词:** Bt 水稻; 飞虱; 叶蝉; 卵寄生蜂; 扩散

中图分类号: S43 文献标识码: A

CHEN Mao<sup>1</sup>, YE Gongyin<sup>1</sup>, HU Cui<sup>1</sup>, TU J<sup>2</sup>, DATTA S K<sup>2</sup> (1. *Institute of Applied Entomology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China*; 2. *International Rice Research Institute, Philippine*)

**Effect of transgenic Bt rice on dispersal of planthoppers and leafhoppers as well as their egg parasitic wasps.** Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.), 2003, 29(1): 29-33

**Abstract:** Effects of TT9-3 and TT9-4, which are two homozygous strains of transgenic Bt rice, on the dispersal of planthoppers and leafhoppers as well as their egg parasitic wasps were evaluated in the field. The results were as follows: there were two species of planthoppers and three species of leafhoppers dispersing between the Bt rice paddy and the control, namely, *Sogatella furcifera*, *Nilaparvata lugens*, *Nephotetix cincticeps*, *Erythroneura subrufa* and *Deltapcephalus dorsalis*. Among these five species, *Sogatella furcifera* and *Nephotetix cincticeps* were superior. In the field, dispersal amount of leafhoppers was more than that of planthoppers, and the dispersal direction was mostly toward the plot of non-transgenic rice. There was the significant difference ( $P < 0.05$ ) in the number of *Sogatella furcifera* as well as *Nephotetix cincticeps* dispersing both between IR72 and TT9-3 and between IR72 and TT9-4. There were two groups of egg parasitic wasps of planthopper and leafhopper dispersing between the plot of transgenic Bt rice and the control, named as *Anagrus* spp. and *Lymaenon longicrus*, with the number of the latter being more than that of the former, and the dispersal mostly toward the block of non-transgenic rice.

**Key words:** transgenic Bt rice; planthopper; leafhopper; egg parasitic wasp; dispersal

随着生物技术的发展,实验室内获得转基因抗虫植物已非难事,但转基因植物的生态安全性问题却成了人们关注的焦点之一。如转基因抗虫作物由于作用目标单一,且对其靶标虫害的毒杀效果明显,从而使得农田生态系统内其它非靶标害虫的生存竞争压力减小,结果可能会导致非靶标虫害的发生加重,甚至猖獗为害。自转基因作物问世以来,许多学者就转基因作物在不同的田间条件下对生态系统的影响问题进行了不少的田间试验,但到目前为止得出的结果还是喜忧参半。一部分报道认为转基因作物对生态系统会产生不利影响,会导致非靶标害虫的数量上升和天敌昆虫数量的下降。如郭荣<sup>[1]</sup>等和 Fitt *et al* (1994)<sup>[2]</sup>报道了 Bt 棉上的盲蝽、棉蚜、红蜘蛛、蓟马、美洲斑潜蝇都有加重的趋势。Brich<sup>[3]</sup>和 Hilbeck *et al*<sup>[4]</sup>认为昆虫在取食转基因抗虫作物后将作物产生的毒素转移到天敌的体内,从而影响该天敌的生长发育和繁殖。而另有部分报道则认为转基因作物对非靶标害虫或天敌昆虫不会产生不利影响。如 Pilcher *et al*<sup>[5]</sup>连续两年调查了 Bt 玉米和非 Bt 玉米田间天敌的数量情况,结果发现无明显变化,说明了 Bt 玉米对欧洲玉米螟 (*Ostrinia nubilalis*)捕食者的丰盛度没有影响。

转 Bt 基因抗螟虫水稻的引入,对于农田生态系统来说,无疑是一新生事物,由于其体内高表达量的毒素对其靶标鳞翅目害虫的选择压力,可能会影响到原有生态系统中同翅目的飞虱和叶蝉等非靶标害虫的加重发生和天敌数量的变化。本文在连续 3 年种植 Bt 水稻的田块内,就 Bt 水稻在田间对同翅目主要害虫,即飞虱和叶蝉及其卵寄生蜂的扩散规律影响进行了评价。结果报告如下:

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试 Bt 水稻纯合品系为 R<sub>7</sub> 代的 TT9-3 和 TT9-4。万芳<sup>[6]</sup>用微粒轰击法获得,含 *cry1Ab + cry1Ac* 杂合基因及 *actin I* 启动子基

因。对照为未转基因的亲本对照,即 IR72。

### 1.2 Bt 稻区与对照区间飞虱、叶蝉及其卵寄生蜂扩散动态的调查

试验于已连续 3 年种植 Bt 水稻的农业部批准的浙江大学实验农场内 Bt 水稻中试圃中进行。试验分设 3 个小区,即 TT9-3、TT9-4 和对照 IR72 小区,其中对照位于前两者之间,每小区面积为 333.3 m<sup>2</sup>,小区间设有田埂。水稻的播种期为 5 月 27 日,移栽期为 6 月 27 日。于 7 月 27 日在试验小区间的田埂上布置粘卡牌,粘卡牌的大小和形状如图 1。每个粘卡牌上设 3 块粘卡,卡的中线距田埂表面的高度分别为 35、70 和 105 cm。粘卡的正面贴上黄色油光纸,再在油光纸上均匀地涂布一层粘液(粘液为松香、蓖麻油、甘油和蔗糖按质量比 10:2:1:1 混合后,加热至沸腾熬制而得)。将涂好的粘卡插在 TT9-3 与 IR72、TT9-4 与 IR72 之间的田埂上,每条田埂上插 6 块牌,3 块牌正面面向 Bt 稻区,另 3 块牌正面面向对照稻区,两组牌交替排列,牌间间隔 5 m。每 2 d 定时收集各粘卡上的昆虫样品,带回实验室镜检、记录粘卡上飞虱、叶蝉及其卵寄生蜂的种类和数量,检测它们在两种稻田间的扩散动态。

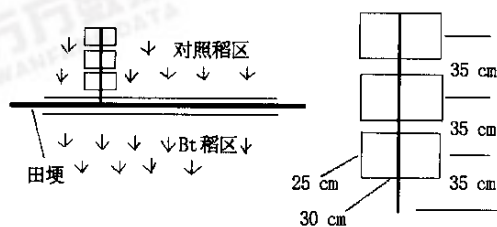


图 1 粘卡的大小和形状示意图

Fig. 1 Size and shape of the sticky card

## 2 结果

### 2.1 Bt 稻区与对照区间飞虱和叶蝉的扩散动态

整个水稻生育期调查结果表明:Bt 稻区与对照区间相互扩散的害虫主要是同翅目的飞虱

和叶蝉,其中飞虱有白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) 和褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) 2 种,叶蝉有黑尾叶蝉 (*Nephotetix cincticeps*)、白翅叶蝉 (*Erythroneura subrufa*)、电光叶蝉 (*Deltapcephalus dorsalis*) 3 种。这两类害虫在 Bt 稻区和对照 IR72 稻区的相互扩散主要发生在 35 cm 高度处,其详细扩散动态如图 2、3 所示。

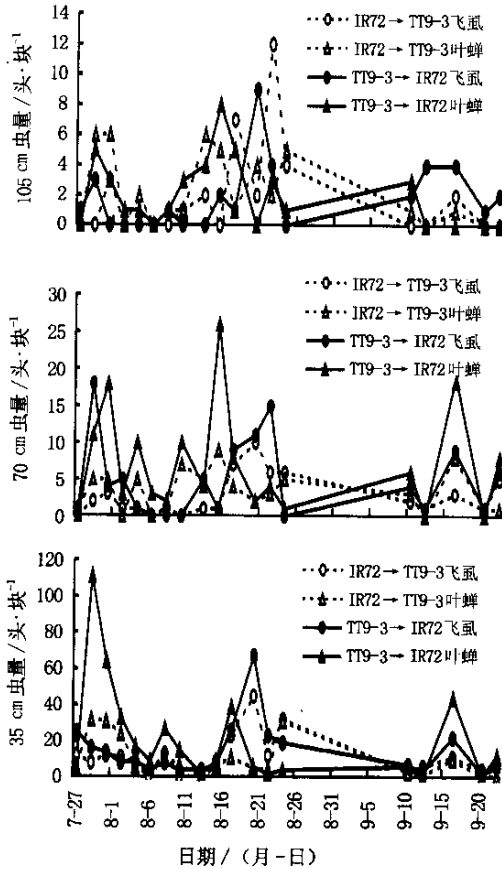


图 2 飞虱、叶蝉在 IR72 和 TT9-3 之间的扩散动态

Fig. 2 Dispersal of planthoppers and leafhoppers between TT9-3 and IR72

8 月 27 日至 9 月 8 日间因下雨数据缺失(下同)

飞虱、叶蝉在 TT9-3→IR72 方向上扩散的总量各为 399 和 580 头,其中 35 cm 高度处各为 274 和 407 头。在此方向的扩散总量中白背飞虱、褐飞虱、黑尾叶蝉、白翅叶蝉和电光叶蝉所占比率依次为 40.25%、0.51%、35.65%、12.4%和 11.14%。其中 35cm 高度处五者的比率各为 53.06%、0.24%、17%、11.04%和

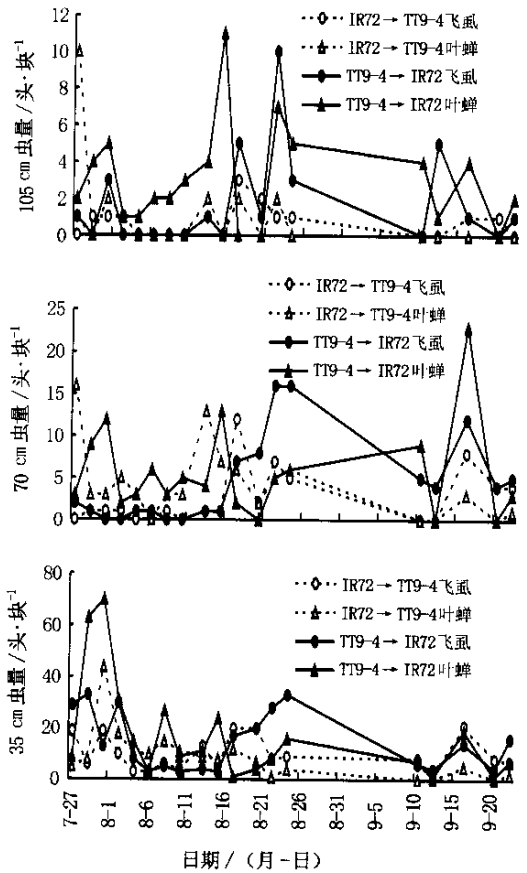


图 3 飞虱、叶蝉在 IR72 和 TT9-4 之间的扩散动态

Fig. 3 Dispersal of planthoppers and leafhoppers between TT9-4 and IR72

10.85%;在 IR72→TT9-3 方向上飞虱和叶蝉的扩散总量各为 303 和 397 头,其中 35 cm 高度处各为 219 和 191 头。此方向的扩散总量中白背飞虱、褐飞虱、黑尾叶蝉、白翅叶蝉和电光叶蝉所占比率各为 50.17%、0.33%、21.50%、15.17%和 12.83%,其中 35 cm 高度处各为 52.93%、0.49%、25.85%、10.98%和 9.76% (图 2)。

飞虱、叶蝉在 TT9-4→IR72 方向上的扩散总量分别为 388 和 491 头,其中 35 cm 高度处分别为 273 和 235 头,扩散总量和 35 cm 高度处上述 5 种害虫的比率分别为 42.41%、1.24%、23.51%、17.10%、15.75%和 43.26%、1.64%、25.82%、14.97%、14.31%;在 IR72→TT9-4 方向上的扩散总量各为 252

和 267 头,其中 35 cm 高度处的扩散量各为 191 和 169 头. 5 种害虫的总量和 35 cm 高度处的比率分别为 48.55%、0、19.27%、17.14%、15.29%和 53.06%、0、24.17%、11.94%、10.83%. 综上可知,Bt 稻区和对照区间扩散的同翅目害虫主要为白背飞虱和黑尾叶蝉,且飞虱、叶蝉由 Bt 稻区向对照区扩散的量大于对照

区向 Bt 稻区扩散的量. 同时值得一提的是作为次要害虫的白翅叶蝉和电光叶蝉也占据了一定的比例.

同翅目这 5 种害虫在 IR72→TT9-3、TT9-3→IR72、IR72→TT9-4 和 TT9-4→IR72 四个方向上的扩散量差异性比较如表 1 所示.

表 1 飞虱和叶蝉在 Bt 稻区与对照区间扩散量的比较

Table 1 The comparison of dispersal number of planthoppers and leafhoppers between Bt rice and the untransformed control rice paddy

种类	35 cm 虫量 $\bar{X} \pm S.E.$ /头·块 <sup>-1</sup>			
	TT9-3→IR72	IR72→TT9-3	TT9-4→IR72	IR72→TT9-4
白背飞虱	14.3±3.39 a	11.4±2.50 a	13.8±2.46 a	10.1±1.50 a
褐飞虱	0.26±0.09 aA	0.1±0.11 bA	0.5±0.53 a	0±0 a
黑尾叶蝉	15.1±0.11 aA	5.6±1.77 bB	8.3±2.21 aA	4.6±1.54 bB
白翅叶蝉	5.7±1.39 a	3.8±0.31 a	7.6±1.50 aA	3.6±0.47 bA
电光叶蝉	2.7±0.92 a	2.1±0.52 a	4.1±1.48 a	2.1±0.50 a
种类	总体 3 个高度之和虫量 $\bar{X} \pm S.E.$ /头·块 <sup>-1</sup>			
	TT9-3→IR72	IR72→TT9-3	TT9-4→IR72	IR72→TT9-4
白背飞虱	20.7±4.76 aA	15.8±3.36 bA	19.8±4.55 aA	13.3±3.04 bA
褐飞虱	0.3±0.06 a	0.1±0.22 a	0.6±0.13 a	0±0 a
黑尾叶蝉	18.4±4.21 aA	6.8±1.57 bB	11.0±2.52 aA	5.3±1.22 bB
白翅叶蝉	11.7±2.69a	9.1±2.09 a	13.0±2.29 aA	9.2±2.11 bA
电光叶蝉	5.9±1.35 a	4.1±1.93 a	6.9±1.59 a	4.1±0.94 a

注:采用  $t$  测验分别比较 TT9-3→IR72 与 IR72→TT9-3、TT9-4→IR72 与 IR72→TT9-4 间各种类数量和总量的差异;字母不同的表示差异显著,小写字母表示  $p < 0.05$ ,大写字母表示  $p < 0.01$ .

由表可知:在这四个方向上白背飞虱和黑尾叶蝉的扩散总量均有显著差异( $P < 0.05$ ),其中在 IR72→TT9-4 与 TT9-4→IR72 方向上黑尾叶蝉在 35 cm 高度处和总扩散量上的差异性均达极显著水平( $P < 0.01$ ).

## 2.2 Bt 稻区与对照区间飞虱和叶蝉卵寄生蜂的扩散动态

整个水稻生育期调查结果表明:飞虱和叶蝉卵寄生蜂有缨小蜂科的稻虱缨小蜂(*Anagrus* spp.)和叶蝉柄翅小蜂(*Lymaenon longicrus*). 它们在 Bt 稻区与对照区间的扩散动态如图 4. 稻虱缨小蜂和叶蝉柄翅小蜂在两种生境间的扩散量存在一定的差异,其中 IR72→TT9-3 方向上两类蜂分别占总扩散量的 62.5%和 37.5%,而 TT9-3→IR72 方向上两者比率分别为 44.44%和 55.56%;IR72→TT9-4 与 TT9-4→IR72 方向上两者的扩散量分别占其相应总量的 40%、60%和 30.77%、69.23%. 由此可知 Bt 稻区向对照区扩散的叶

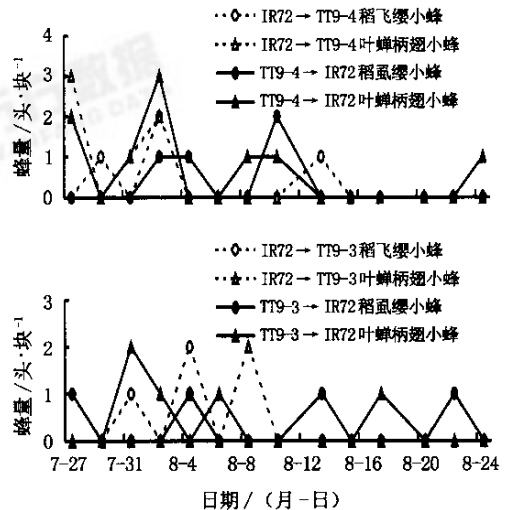


图 4 稻虱缨小蜂和叶蝉柄翅小蜂在 Bt 稻区与对照区间的扩散动态

Fig. 4 Dispersal of *Anagrus* spp. and *Lymaenon longicrus* between the plot of transgenic Bt rice and the control

蝉柄翅小蜂的量大于该方向上稻虱缨小蜂的量,这又为前一部分得出的该方向上叶蝉大于飞虱的扩散量提供了进一步的证据.可见 Bt 稻因影响了同翅目主要害虫叶蝉、飞虱的田间分布,进而还可影响其卵寄生蜂搜索寄主的行为.

### 3 讨 论

本文就转 Bt 基因水稻对同翅目主要害虫和其卵寄生性天敌的影响进行了田间试验,结果发现在 Bt 稻区与对照区相互扩散的同翅目主要害虫为飞虱、叶蝉两科的白背飞虱、褐飞虱、黑尾叶蝉、白翅叶蝉和电光叶蝉 5 种.其中以黑尾叶蝉和白背飞虱为主,它们可占该目害虫扩散总量的 65% 以上.在扩散方向上飞虱、叶蝉主要是由 Bt 稻区向对照区扩散,且在 IR72 与 TT9-3、IR72 与 TT9-4 间扩散量的差异性均达显著水平,而黑尾叶蝉在 IR72 → TT9-4 和 TT9-4 → IR72 这两个方向上扩散量的差异性上达到了极显著水平.可见 Bt 水稻其靶标害虫虽然为鳞翅目昆虫,但它对同翅目主要害虫叶蝉、飞虱也有一定的驱避作用.相应地得出了粘卡上飞虱、叶蝉科害虫的卵寄生性天敌缨小蜂科的稻虱缨小蜂和叶蝉柄翅小蜂两类昆虫在扩散数量和方向上并没有受到 Bt 水稻的不利影响,在数量上以叶蝉柄翅小蜂居多,方向上以 Bt 稻区向对照区为主,这与其寄主的变化趋势一致.

近来关于转基因作物是否会带来非靶标害虫数量上升和天敌昆虫数量的下降已引起了广泛的争论<sup>[6]</sup>.虽然有一部分研究者利用自己的试验数据说明转基因作物不会产生类似的生态风险问题,但反对者们总以试验范围小、年份不连续等原因对这些试验结果提出质疑.诚然,转基因作物的生态风险评价实非易事,考虑到生态风险问题自身的时间潜伏性等因素,我们必须基于因时、因地、因种的个案原则(a case-by-

case 原则)去考虑这一问题<sup>[7,8]</sup>.本文的试验数据是在连续 3 年种植 Bt 水稻的田块中得到的,时间上有一定的连续性.由结果可知:Bt 稻区向对照稻区扩散的飞虱、叶蝉两科害虫的量明显大于对照稻区向 Bt 稻区扩散的量,这说明飞虱、叶蝉对 Bt 水稻没有偏好性,它们的卵寄生蜂也存在这一现象.可见 Bt 水稻并不会引起田间非靶标类群同翅目害虫数量的上升,相反,对这类害虫更有一定的驱避作用.

### References:

- [ 1 ] Guo Rong, Yang Yan-jie (郭 荣, 杨 焱 杰). Developments and control strategies of insect pests in the field of transgenic cotton with Bt (*Bacillus thuringiensis*) gene[J]. *World Agriculture*(世界农业), 2000, 257: 31-33. (in Chinese)
- [ 2 ] Fitt G P, Mares C L, Deacon J, *et al.* Field evaluation and potential ecological impact of transgenic cottons (*Gossypium hirsutum*) in Australia[J]. *Biocontrol science and technology*, 1994, 4: 535-548.
- [ 3 ] Brich A N E. Interaction between plant resistance genes, pest aphid populations and beneficial aphid predators [J]. *Scottish Crops Research Institute Annual Report*, 1997, 1996-1997: 70-72.
- [ 4 ] Hilbeck A, Baumgartner M, Fried P M, *et al.* Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-feed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)[J]. *Environ. Entomol.*, 1998, 27: 480-487.
- [ 5 ] Pilcher C D, Obrvcki J J, Rice M E, *et al.* Preinaginal development, survival and field abundance of insect predatory in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn[J]. *Environ. Entomol.*, 1997, 26: 446-454.
- [ 6 ] Snow A A, Pedro Morán Palma. Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks [J]. *BioScience*, 1997, 47: 86-96.
- [ 7 ] Schorrock B, Coates D. The release of genetically engineered organisms[J]. *Ecological Issues*, 1993, 4: 45.
- [ 8 ] Timmons A M, Chartis Y M, Crawford J W, *et al.* Risk from transgenic crops [J]. *Nature London*, 1996, 380: 6574.