

# 三种赤眼蜂对水稻二化螟田间控害效果比较

李姝<sup>1</sup>, 郑和斌<sup>2</sup>, 陈立玲<sup>3</sup>, 陈俸<sup>4</sup>, 郭荣<sup>5</sup>, 王彬<sup>1</sup>, 张帆<sup>1\*</sup>

(1. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; 2. 湖南省植保植检站, 长沙 410000; 3. 吉林省农业技术推广总站, 长春 130033; 4. 吉林市昌邑区农业技术推广中心, 吉林 132200; 5. 全国农业技术推广服务中心, 北京 1000125)

**摘要:** 为大面积推广应用赤眼蜂防治水稻二化螟提供技术依据, 选择目前易于大批量人工繁殖的3种赤眼蜂: 松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolimi* Matsumura、螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii 和稻螟赤眼蜂 *Trichogramma japonicum* Ashmead, 分别在南方产区湖南和北方产区吉林两地进行了其对田间水稻二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker) 卵的寄生率和防治效果的试验调查, 并分析比较不同赤眼蜂种间的控害能力。结果表明, 在南北水稻产区, 供试的3种赤眼蜂对二化螟卵的田间寄生率及控害效果的变化趋势相同, 从高至低依次为稻螟赤眼蜂、螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂。稻螟赤眼蜂明显优于螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂, 表明稻螟赤眼蜂为控制水稻田二化螟的优势蜂种。

**关键词:** 赤眼蜂; 二化螟; 寄生; 田间效果

**中图分类号:** S476.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9261(2018)03-0336-06

## Comparisons of Three *Trichogramma* Species for Controlling *Chilo suppressalis* in Paddy Field

LI Shu<sup>1</sup>, ZHENG Hebin<sup>2</sup>, CHEN Liling<sup>3</sup>, CHEN Feng<sup>4</sup>, GUO Rong<sup>5</sup>, WANG Bin<sup>1</sup>, ZHANG Fan<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 2. Hunan Station of Plant Protection and Quarantine, Changsha 410005, China; 3. Jilin Provincial Agro-tech Extension Center, Changchun 130021, China; 4. Jilin City Changyi District Agricultural Technology Extension Center, Changyi 132002, China; 5. National Agro-Technical Extension and Service Centre, Beijing 100125, China)

**Abstract:** To promote the application of *Trichogramma* for controlling *Chilo suppressalis* (Walker), three *Trichogramma* species, *T. dendrolimi* Matsumura, *T. chilonis* Ishii, and *T. japonicum* Ashmead that can be mass-produced easily, were tested in paddy fields in the southern (Hunan Province) and northern (Jilin Province) rice production areas. The three *Trichogramma* spp. showed similar patterns of parasitism rates of *C. suppressalis* eggs in the southern and northern rice production areas. *T. japonicum* showed the best control than *T. chilonis* and *T. dendrolimi*, which indicated that *T. japonicum* is the best choice for releasing against the rice stripped stem borers.

**Key words:** *Trichogramma*; *Chilo suppressalis*; parasitization; control efficacy

赤眼蜂 *Trichogramma* spp. 属膜翅目 Hymenoptera, 细腰亚目 Apocrita, 小蜂总科 Chalcidoidea, 赤眼蜂科 Trichogrammatidae, 是当今国内外研究最多、生物防治应用最广、影响最大的天敌昆虫之一<sup>[1]</sup>。赤眼蜂被广泛用于防治玉米螟、松毛虫、水稻二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) 等农林害虫, 取得很好的经济效益和生态效益<sup>[2]</sup>, 尤以螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii、松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolimi* Matsumura 及稻螟赤眼蜂 *Trichogramma japonicum* Ashmead 的应用最为广泛。

收稿日期: 2017-12-21

基金项目: 北京市农林科学院科技创新能力建设专项 (KJCX20170107); 北京市农林科学院所级创新团队 (JNKST201607)

作者简介: 李姝, 博士, 助理研究员, E-mail: lishu@ipepbaafs.net.cn; \*通信作者, 研究员, E-mail: zf6131@263.net。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2018.03.001

二化螟是水稻田间发生危害严重的鳞翅目害虫。利用化学杀虫剂仍是田间防控的主要措施,但化学农药的大量不合理使用不仅造成环境污染和农药残留等一系列问题,还引发二化螟对多种药剂产生不同程度抗药性,使其为害愈发严重<sup>[3]</sup>。我国从20世纪60年代即开始关注稻田赤眼蜂的种类及对水稻螟虫的控制作用<sup>[4]</sup>。70年代在稻田赤眼蜂种类调查、鉴定及个体发育等方面进行了较多研究<sup>[5-9]</sup>。80年代后陆续报道二化螟和稻纵卷叶螟优势赤眼蜂的筛选、寄生潜能评价等<sup>[10-12]</sup>。越来越多试验证明,稻螟赤眼蜂和螟黄赤眼蜂是稻田螟虫的优势寄生蜂<sup>[13,14]</sup>。近年来各地也开展了稻螟赤眼蜂和螟黄赤眼蜂防控水稻二化螟的防控试验<sup>[15-19]</sup>,但较少规范地进行田间控害效果的评价;而且,由于我国水稻产区分布广阔,寄生水稻二化螟的赤眼蜂优势种类在生态差异较大区域间是否有所不同等都尚待明确。

本文主要比较在前期工作中筛选出的对二化螟寄生效果较好的稻螟赤眼蜂、螟黄赤眼蜂和人工繁殖效率高且成本低的松毛虫赤眼蜂,使用相同释放和调查方法在南方产区的湖南和北方产区吉林两地进行水稻田间试验,分析比较不同地区防控二化螟的适宜赤眼蜂种类,为大面积推广应用适宜的赤眼蜂防治水稻二化螟提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试赤眼蜂

试验所用3种赤眼蜂蜂卡(每张蜂卡约有米蛾卵4000粒,寄生率 $\geq 85\%$ ,羽化率 $\geq 95\%$ ,雌蜂比 $\geq 60\%$ ,蜂畸形率 $\leq 8\%$ ),均为北京市农林科学院提供。室内繁育已扩繁10代以上,其中稻螟赤眼蜂繁殖寄主为米蛾卵,螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂繁殖寄主为柞蚕卵。

### 1.2 试验设计

分别在南北方水稻主产区,吉林省吉林市昌邑区、湖南省衡阳市耒阳县开展防治田间水稻二化螟 *Chilo suppressalis* 试验。水稻均为两地的主栽作物,平均亩产600 kg以上(1亩=1/15 hm<sup>2</sup>)。选择上年二化螟越冬基数较大区域的水稻田,设放蜂田、农民自防田和不防治对照田3个处理,每处理3次重复。各处理田都在同一区域,除螟虫防治外,水稻栽培方式、品种、管理条件、农事操作基本一致。

放蜂田:二化螟常发田块,悬挂蜂卡,应用赤眼蜂防治二化螟。每种供试赤眼蜂的小区面积0.67 hm<sup>2</sup>。

空白对照田:面积约0.07 hm<sup>2</sup>,选距离放蜂田100 m以外,不采取任何措施防治二化螟。

农民自防田:由农户按自己的决策进行病虫害防治。

### 1.3 田间试验

湖南耒阳县(2010年)和吉林昌邑区(2012-2014年)根据当地虫情监测结果,于二化螟越冬代蛾始盛期开始放蜂。每0.07 hm<sup>2</sup>每次1万头,间隔3~4 d后第2次放蜂,每代共放蜂3次。具体放蜂方法:每0.07 hm<sup>2</sup>设5~8个放蜂点,在放蜂点插1.5 m高的竹杆一根,按试验处理将赤眼蜂卡按点次用量分成小块,用针线将其缝在一次性水杯的内侧底部,棉线从杯子底部穿出,固定并悬挂在竹竿上,杯口向下。杯口距水稻叶片顶部10~20 cm。

### 1.4 效果调查

1.4.1 寄生率调查 放蜂后7 d,在田间随机采集二化螟的卵粒或卵块,带回室内,第2 d观察统计寄生变黑的卵粒(块)数,计算校正寄生率。卵粒(块)寄生率=被寄生卵粒(块)数/调查总卵粒(块)数 $\times 100\%$ ;校正寄生率=(放蜂田寄生率-对照田寄生率)/(1-对照田寄生率) $\times 100\%$ 。

1.4.2 水稻受害率调查 分别在各处理放蜂田、农民自防田和对照田,二化螟或稻纵卷叶螟试验代次危害稳定后,采用双行平行跳跃式10点取样,每点查10丛水稻,10点共查100丛,调查和记录水稻总株数、水稻螟害数(枯心数或白穗数)、二化螟幼虫数,分别计算受害率、虫口减退率和防治效果。受害率=防治区螟害数/对照区螟害数 $\times 100\%$ ;防治效果=(对照区受害率-防治区受害率)/对照区受害率 $\times 100\%$ 。

### 1.5 数据统计与分析

试验数据采用Excel 2010和SPSS 18.0进行统计和分析。应用One-Way ANOVA-Tukey法( $P \leq 0.05$ )检验不同处理间的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种赤眼蜂对二化螟卵的田间寄生情况

2010年,在湖南省水稻田间的试验中(表1),与吉林水稻田赤眼蜂寄生率相比,总体寄生率相对偏低。尽管稻螟赤眼蜂对二化螟卵的田间寄生率(33.33%)显著高于螟黄赤眼蜂(28.57%)( $F=8.93$ ,  $P=0.016$ )。

表1 不同赤眼蜂对水稻二化螟的寄生能力(湖南,2010)

Table 1 Egg parasitism rates of different *Trichogramma* spp. on *C. suppressalis* at Hunan Province in 2010

| 处理<br>Treatment                     | 总卵量(块)<br>Numbers of<br>eggs | 寄生卵(块)<br>Numbers of parasitized<br>eggs | 寄生率<br>Parasitism rate of host<br>eggs (%) | 校正寄生率<br>Corrected parasitism<br>rate (%) |
|-------------------------------------|------------------------------|--|--|---|
| 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>           | 9.00                         | 3.00±0.58 a                              | 33.33±6.41 a                               | 33.33±6.41 a                              |
| 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>            | 7.00                         | 2.00±0.58 ab                             | 28.57±8.25 a                               | 28.57±8.25 a                              |
| 农民自防田对照 Farmer's control field (CK) | 8                            | 0  | 0  | 0   |

注:表中数据为3个重复的平均值±标准误,同列数据后不同小写字母表示经单因素方差分析(One-way ANOVA)差异显著( $P<0.05$ )。下同。

Note: Data in the table were means±SE; different lowercase letters in the same column indicated significant different between treatments (One-way ANOVA,  $P<0.05$ ). The notes in the following tables were same with table 1.

2012—2014年间,在吉林省吉林市昌邑区进行了不同种赤眼蜂在水稻田释放试验示范。2012和2013年稻螟赤眼蜂对二化螟卵的田间寄生率分别为57.25%和56.34%,极显著高于螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂(2012寄生率: $F=19.07$ ,  $P=0.001$ ; 2012校正寄生率: $F=118.675$ ,  $P=0.001$ ; 2013寄生率: $F=156.674$ ,  $P<0.001$ ; 2013校正寄生率  $F=96.499$ ,  $P<0.001$ );且螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂的校正寄生率也达到53.92%、54.46%。农民自防对照田的赤眼蜂寄生率仅为7.42%和4.18%。2014年稻螟赤眼蜂对二化螟卵的寄生率、校正寄生率略高于螟黄赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂,差异不显著,但与农民自防田相比差异极显著(寄生率: $F=24.959$ ,  $P<0.001$ ; 校正寄生率: $F=27.171$ ,  $P<0.001$ ) (表2)。

### 2.2 赤眼蜂田间控害效果

从枯心数调查看,两种赤眼蜂处理区均未发现枯心现象,农民自防处理区和空白对照区分别为0.11%和0.24%;与对照相比,稻螟赤眼蜂、螟黄赤眼蜂和农民自防田的虫口减退率分别为95.12%、90.24%和63.41%。可见释放赤眼蜂,特别是稻螟赤眼蜂处理区,对二化螟田间种群的控制作用较强( $F=31.50$ ,  $P<0.001$ ) (表3)。

表2 三种赤眼蜂对水稻二化螟寄生能力(吉林,2012—2014)

Table 2 The parasitism capacity of three *Trichogramma* spp. on *C. suppressalis* at Jilin Province in 2012—2014

| 年份<br>Year | 处理<br>Treatment             | 总卵量(粒)<br>Total number of<br>eggs | 寄生卵(粒)<br>Number of parasitized<br>eggs | 寄生率<br>Parasitism<br>rate (%) | 校正寄生率<br>Corrected parasitism<br>rate (%) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|---|
| 2012       | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>   | 842.00±11.38 a                    | 482.67±29.18 a                          | 57.25±2.70 a                  | 53.92±1.28 a                              |
|            | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>    | 212.67±8.25 c                     | 92.33±11.14 c                           | 43.36±4.72 bc                 | 39.00±3.44 b                              |
|            | 松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i> | 689.33±22.53 b                    | 283.67±13.87 b                          | 41.10±0.69 b                  | 36.19±2.86 b                              |
|            | 农民自防田对照 Farmer's control CK | 815.00±22.14 a                    | 61.00±28.34 c                           | 7.42±3.28 c                   | —   |
| 2013       | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>   | 382.00±7.94 a                     | 215.00±2.89 a                           | 56.34±1.57 a                  | 54.46±1.28 a                              |
|            | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>    | 368.00±28.00 a                    | 164.00±17.93 b                          | 44.56±3.44 b                  | 42.16±3.41 b                              |
|            | 松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i> | 393.00±18.34 a                    | 167.67±2.96 b                           | 42.78±1.28 b                  | 40.29±1.01 b                              |
|            | 农民自防田对照 Farmer's control CK | 387.00±17.79 a                    | 16.00±2.65 c                            | 4.18±0.77 c                   | —   |
| 2014       | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>   | 289.33±10.73 a                    | 148.00±15.95 a                          | 51.62±7.26 a                  | 49.21±7.42 a                              |
|            | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>    | 296.33±10.91 a                    | 132.00±10.41 a                          | 44.40±1.93 a                  | 41.57±1.81 a                              |
|            | 松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i> | 293.00±9.02 a                     | 126.67±8.19 a                           | 43.21±3.83 a                  | 40.33±3.77 a                              |
|            | 农民自防田对照 Farmer's control CK | 339.33±44.61 a                    | 16.67±2.96 b                            | 4.87±0.46 b                   | —   |

表 3 三种赤眼蜂防治二化螟效果调查统计表 (湖南, 2010)

Table 3 The control effect of two *Trichogramma* spp. on *C. suppressalis* at Hunan Province in 2010

| 处理<br>Treatment                 | 总株数<br>Total rice | 枯心数<br>Number of injury<br>rice | 受害率<br>Injury rate<br>(%) | 防治效果<br>Control effect<br>(%) | 幼虫数 (头)<br>Number of <i>C.<br/>suppressalis</i> larva | 虫口减退率<br>Population decrease<br>rate (%) |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|--|
| 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>       | 750±17.32         | 0                               | 0±0.00 a                  | 100±0.01 a                    | 2.00±0.58 a   | 95.12±1.41 a                             |
| 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>        | 750±28.87         | 0                               | 0±0.00 a                  | 100±0.01 a                    | 3.67±0.88 a   | 90.24±2.81 a                             |
| 农民自防田<br>Farmer's control field | 870±34.64         | 1.00±0.00                       | 0.11±0.00 a               | 54.08±1.75 b                  | 15.00±1.73 b  | 63.41±4.22 b                             |
| 空白对照 CK                         | 820±5.77          | 2.00±0.58                       | 0.24±0.01 b               | —                             | 41.00±1.15 c  | —  |

在吉林省吉林市昌邑区, 与不防治对照田相比, 2012 年和 2013 年减少水稻白穗的效果分别为稻螟赤眼蜂处理区 (94.26%, 96.57%)、农民自防田 (93.41%, 94.04%) 和螟黄赤眼蜂处理区 (66.57%, 78.69%); 2013 年增加的松毛虫赤眼蜂处理区为 68.62%; 2014 年未设不防治对照田, 受害率在稻螟赤眼蜂处理区 (0.13%)、农民自防田 (0.27%)、螟黄赤眼蜂处理区 (0.72%) 和松毛虫赤眼蜂处理区 (1.19%) 间差异极显著 ( $F=128.67$ ,  $P<0.001$ )。可以看出, 稻螟赤眼蜂处理区受害率最轻, 其控害效果与农民常规化学农药自防田相当, 为防治水稻田间二化螟的优势赤眼蜂种类 (表 4)。

表 4 赤眼蜂不同蜂种对水稻二化螟控制效果 (吉林, 2012—2014)

Table 4 The control effect of three *Trichogramma* spp. on *C. suppressalis* at Jilin Province in 2012—2014

| 年份<br>Year                           | 处理<br>Treatment                      | 总株数<br>Total number of rice | 白穗数<br>Number of injury rice | 受害率<br>Damage rate (%) | 防治效果<br>Control effect (%) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 2012                                 | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>            | 2381.00±114.94 a            | 5.00±1.76 a                  | 0.20±0.06 a            | 94.26±1.79 a               |
|                                      | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>             | 2329.00±264.74 a            | 28.00±4.93 a                 | 1.19±0.09 a            | 66.57±2.75 b               |
|                                      | 农民自防田对照<br>Farmer's control field CK | 2417.33±229.14 a            | 6.00±2.31 a                  | 0.23±0.07 a            | 93.41±2.13 a               |
|                                      | 不防治对照田 CK                            | 2345.00±69.29 a             | 84.00±14.15 b                | 3.55±0.50 b            | —                          |
| 2013                                 | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>            | 2294.00±74.48 a             | 3.00±0.58 a                  | 0.13±0.04 a            | 96.57±0.56 a               |
|                                      | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>             | 2348.00±130.64 a            | 19.00±2.08 bc                | 0.81±0.06 b            | 78.69±1.49 b               |
|                                      | 松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i>          | 2108.00±152.61 a            | 25.00±2.08 c                 | 1.19±0.06 b            | 68.62±1.18 c               |
|                                      | 农民自防田对照<br>Farmer's control field CK | 2206.00±124.12 a            | 5.00±0.58 ab                 | 0.23±0.02 a            | 94.04±0.42 a               |
| 2014                                 | 不防治对照田 CK                            | 2055.00±69.40 a             | 78.00±6.08 d                 | 3.78±0.17 c            | —                          |
|                                      | 稻螟赤眼蜂 <i>T. japonicum</i>            | 2206.00±272.11 a            | 3.00±1.15 a                  | 0.13±0.04 a            | —                          |
|                                      | 螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>             | 2338.00±73.37 a             | 17.00±2.31 ab                | 0.72±0.08 bc           | —                          |
|                                      | 松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i>          | 2110.00±254.50 a            | 25.00±1.53 b                 | 1.19±0.03 c            | —                          |
| 农民自防田对照<br>Farmer's control field CK | 2196.00±235.92 a                     | 6.00±1.00 a                 | 0.27±0.03 ab                 | —                      |                            |

### 3 讨论

赤眼蜂寄主范围广, 其种间及种内在寄生能力等特性上有较大变异, 而一种寄主往往可以被多种赤眼蜂寄生, 故对于防治特定的目标害虫来说选择最适宜的蜂种或品系往往是效果优劣的关键因素之一<sup>[20]</sup>。有室内研究表明, 不同蜂种的寄主范围各不相同, 其繁殖指数均以各自的原寄主上为最高<sup>[21]</sup>。通过生命表方法及对稻螟赤眼蜂对二化螟和台湾稻螟 *Chilo auricilius* Dudgeno 两种螟虫卵的寄生能力测定, 明确稻螟赤眼蜂能够有效控制两种水稻螟虫<sup>[14]</sup>。水稻二化螟优势卵寄生蜂的初步筛选试验中, 发现在水田高湿、温度多变的小气候环境条件下, 稻螟赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂是防治水稻二化螟的较理想蜂种<sup>[22]</sup>。江苏地区调查显示, 稻螟赤眼蜂是寄生水稻螟虫卵的优势种<sup>[23]</sup>, 二化螟特大发生的常熟地区稻螟赤眼蜂寄生率最高达 100%, 每卵块羽化寄生蜂数也高达 82.3 头<sup>[13]</sup>。

由于二化螟田间卵块采集困难,故很少有赤眼蜂种间对二化螟寄生率的比较试验报道。本研究中,分别在南方产区的湖南和北方产区吉林进行赤眼蜂对田间水稻二化螟卵的寄生率和防治效果的试验调查,比较了不同赤眼蜂种间的控害能力。但由于赤眼蜂蜂卡常温下长途运输,造成赤眼蜂存活率、出蜂率和寄生能力下降,致使南方产区赤眼蜂总体寄生率偏低,但仍然可见稻螟赤眼蜂寄生率要高于松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂的趋势。这与前人的研究结果相似。齐齐哈尔的试验显示,稻螟赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂对水稻二化螟卵块寄生率分别为62%、55%和30%,稻螟赤眼蜂是防治水稻二化螟的优势蜂种<sup>[19]</sup>。螟黄赤眼蜂对水稻田间二化螟卵寄生能力的研究,如辽宁,水稻2代二化螟卵的田间校正寄生率达到80%<sup>[16]</sup>;吉林通化田间平均校正寄生率44.21%<sup>[24]</sup>。但本研究中螟黄赤眼蜂对二化螟的寄生率显著低于稻螟赤眼蜂。

赤眼蜂的田间试验,大多采用害虫减退率和植株危害率等指标评价其防治效果。在同一试验中,进行多种赤眼蜂控害效果比较的报道甚少,仅看到在齐齐哈尔,释放稻螟赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂的田块虫伤株率分别为5.5%、7.59%和15%,防治效果分别为74.42%、65.11%和30.23%<sup>[19]</sup>,稻螟赤眼蜂的效果较好,松毛虫赤眼蜂次之,螟黄赤眼蜂最低。本研究中,2010年在湖南、2012年和2013年在吉林的田间试验中,控害效果从高至低依次为稻螟赤眼蜂、螟黄赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂。此前报道稻螟赤眼蜂或螟黄赤眼蜂单个蜂种进行田间试验研究的较多,释放稻螟赤眼蜂对二化螟的防控效果,黑龙江省方正县为77.30%~84.73%<sup>[17]</sup>,江苏平均为33.52%<sup>[25]</sup>;释放螟黄赤眼蜂,吉林通化田间防治效果达63%左右<sup>[24]</sup>;辽宁达81.3%<sup>[16]</sup>。

目前的研究报道,基本肯定稻螟赤眼蜂是寄生水稻二化螟卵的优势蜂种,但由于其只能用米蛾等小粒卵作为繁殖替代寄主,所以繁殖效率低,成本较高,目前无法满足大面积示范应用。而松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂由于可以利用柞蚕卵(大卵)高效繁殖,尽管寄生和控害效果低于稻螟赤眼蜂,如何发挥不同赤眼蜂的优势还需要进一步探索。有室内试验报道,在二化螟卵上,同时接入2种赤眼蜂时,蜂种间存在一定的竞争作用,其中混合接入稻螟赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂时,对水稻二化螟的控制效果最佳<sup>[26]</sup>。但在田间开放的生态环境中,是否两种以上的赤眼蜂组合应用能够取得理想的控害作用以及如何组合,还需要进一步试验探索和组合关键技术。

另外,从众多的试验报道中可见,同种赤眼蜂在不同年份、不同地区的田间寄生能力及其控害效果往往存在较大差异。这和赤眼蜂本身的生物生态学特性(如不同地理种群<sup>[27]</sup>)、田间气候条件<sup>[28]</sup>、释放时赤眼蜂本身的生活力等有密切关系,而赤眼蜂储运过程中的不利条件、释放时期与方法及田间靶标害虫的密度等等都会对其产生非常大的影响。所以,释放赤眼蜂乃至应用其他活体天敌,要根据释放地实际情况,选择适合目标作物、田间生态条件和害虫-天敌发生特点的应用技术,以发挥其可持续控制害虫,保护生态和农产品安全的优势作用。

## 参 考 文 献

- [1] 刘树生,施祖华.赤眼蜂研究和应用进展[J].中国生物防治学报,1996,12(2):78-84.
- [2] 向玉勇,张帆.赤眼蜂在我国生物防治中的应用研究进展[J].河南农业科学,2011,40(12):20-24.
- [3] 唐涛,符伟,王培,等.不同类型杀虫剂对水稻二化螟及稻纵卷叶螟的田间防治效果评价[J].植物保护,2016,42(3):222-228.
- [4] 余乾能.稻螟赤眼蜂(*Trichogramma japonica* Asbm.)观察简报[J].应用昆虫学报,1965(1):67.
- [5] 湖北省农业科学研究所植保组.利用赤眼蜂防治二化螟[J].湖北农业科学,1972(5):36.
- [6] 云南省农科所植保组.稻螟卵寄生蜂种类及自然寄生情况考查[J].云南农业科技,1974(3):15-21.
- [7] 广东省水稻害虫生物防治研究大会战工作队.利用赤眼蜂防治稻纵卷叶螟[J].昆虫学报,1974(3):269-280.
- [8] 张英健,尤斌.稻纵卷叶螟卵寄生天敌调查[J].环境昆虫学报,1980(1):54-56.
- [9] 林乃铨.闽北稻田赤眼蜂发生动态调查[J].福建农林大学学报(自然科学版),1981(3):39-49.
- [10] 吴慧芬,郭源,张汉云,等.稻田害虫天敌与寄主、猎物消长关系调查[J].湖南农业科学,1981(6):46-49.
- [11] 翁文榮,郑炳森,黄玉清.稻螟赤眼蜂中间寄主筛选的研究[J].福建农业科技,1984(5):22-23.
- [12] 朱彭年.稻螟赤眼蜂田间自然繁殖利用研究[J].生物安全学报,1993,2(1):60-64.
- [13] 郭慧芳,方继朝,谢艳飞,等.不同稻螟发生区螟卵寄生蜂的自然寄生作用[J].中国生物防治学报,2002,18(1):13-16.

- [14] 陈洪凡, 黄寿山, 张玉焯, 等. 稻螟赤眼蜂对二化螟和台湾稻螟的控制潜能评价[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 743-748.
- [15] 黄志农, 张玉焯, 朱国奇, 等. 稻螟赤眼蜂防控稻纵卷叶螟和二化螟的效果评价[J]. 江西农业学报, 2012, 24(5): 37-40.
- [16] 屈丽莉. 螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟效果试验[J]. 农业科技与装备, 2014(7): 16-17.
- [17] 司兆胜, 陈继光, 宋显东, 等. 稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟效果初探[J]. 中国稻米, 2014, 20(4): 98-99.
- [18] 胡长安, 王建武, 杜桂丽, 等. 稻螟赤眼蜂对水稻二化螟的防治效果示范[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(11): 70-70.
- [19] 武琳琳, 王立达, 赵索, 等. 不同种赤眼蜂对齐齐哈尔地区水稻二化螟的防治效果[J]. 黑龙江农业科学, 2016(11): 67-68.
- [20] Hassan S A. Comparison of three different laboratory methods and one semi-field method to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*[J]. IOBC/WPRS Bull. 1994, 17(10): 133-141.
- [21] 黄寿山, 戴志一, 吴达璋, 等. 赤眼蜂寄主选择性及其机理研究( I )——3 种赤眼蜂在不同寄主上的寄生特性比较[J]. 环境昆虫学报, 1994, 16(4): 156-159.
- [22] Yuan X H, Song L W, Zhang J J, et al. Performance of four Chinese *Trichogramma*, species as biocontrol agents of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*, under various temperature and humidity regimes[J]. Journal of Pest Science, 2012, 85(4): 497-504.
- [23] 钱永庆, 曹瑞麟. 江苏省赤眼蜂种类及利用问题[J]. 环境昆虫学报, 1981, 3(4): 5-9.
- [24] 董本春, 李晓光, 高德宇, 等. 螟黄赤眼蜂防治水稻二化螟的研究[J]. 植物保护, 2001, 27(4): 45-46.
- [25] 陈月娣. 稻螟赤眼蜂防控水稻二化螟的效果初探[J]. 上海农业科技, 2015(3): 130-130.
- [26] 杜文梅, 林英, 臧连生, 等. 稻螟赤眼蜂与二种赤眼蜂对水稻二化螟卵寄生竞争作用[J]. 环境昆虫学报, 2016, 38(3): 488-493.
- [27] 田俊策, 王子辰, 王国荣, 等. 南北种群稻螟赤眼蜂的寄生力、飞行能力和耐药性评价[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(1): 32-38.
- [28] Pizzol J, Pintureau B, Khoualdia O, et al. Temperature-dependent differences in biological traits between two strains of *Trichogramma cacoeciae*, (Hymenoptera: Trichogrammatidae)[J]. Journal of Pest Science, 2010, 83(4): 447-452.