

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2014.03.009

杀虫剂对烟蚜茧蜂不同发育阶段的毒性

陈德锬, 陈珍珍, 刘长明*

福建农林大学植物保护学院, 农业部亚热带农业生物灾害与治理重点开放
实验室/福建省昆虫生态重点实验室, 福建 福州 350002

摘要:【背景】烟蚜茧蜂是控制烟蚜田间种群的重要寄生蜂。施用化学杀虫剂防治烟蚜及其他害虫时,也会对烟蚜茧蜂产生毒性,影响对烟蚜种群的自然控制效果。了解杀虫剂对烟蚜茧蜂不同发育阶段的毒性,可为田间选择合理施药时间提供参考。【方法】在室内用试管药膜法和饲喂法测定了5%阿维菌素、5%啉虫脒、10%顺式氯氰菊酯和10%吡虫啉对烟蚜茧蜂成蜂的毒性,并在烟蚜茧蜂各虫期使用亚致死浓度药剂处理,研究这些杀虫剂对其羽化的影响。【结果】阿维菌素的触杀和胃毒作用最强,烟蚜茧蜂24 h死亡率分别为87.78%和94.44%;吡虫啉的触杀和胃毒作用最弱,烟蚜茧蜂24 h死亡率分别为41.11%和61.11%;啉虫脒(烟蚜茧蜂24 h死亡率分别为81.11%和86.66%)、顺式氯氰菊酯(烟蚜茧蜂24 h死亡率分别为64.44%和67.78%)的触杀和胃毒作用居中。在寄生蜂卵期用药,阿维菌素和啉虫脒可显著降低当代成蜂羽化率;在幼虫期用药,4种杀虫剂均显著降低了成蜂的羽化率;在蛹期用药,4种杀虫剂对成蜂的羽化率均没有显著影响。在寄生蜂幼虫期使用阿维菌素会使雌蜂比例显著高于对照,其余3种杀虫剂对雌蜂比例均无显著影响。【结论与意义】在烟蚜茧蜂成虫期使用这些杀虫剂,死亡率均较高,因此在成蜂较多时应禁止使用杀虫剂。

关键词: 杀虫剂; 烟蚜茧蜂; 虫期; 毒性

The toxicity of insecticides to *Aphidius gifuensis* Ashmead in different developmental stages

De-kun CHEN, Zhen-zhen CHEN, Chang-ming LIU*

Key Laboratory of Subtropical Agro-Biological Disasters and Management, Ministry of Agriculture/Fujian Provincial Key Laboratory of Insect Ecology, College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China

Abstract: 【Background】The parasitoid *Aphidius gifuensis* Ashmead is one of important natural enemies to control the population of the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in the fields. The chemical insecticides should infect the parasitoid and reduce its control effect when they were sprayed to control aphids or other pests. In order to avoid spraying insecticides during the sensitive period of *A. gifuensis*, it is necessary to know the insecticide toxicities and effects on different developmental stages. 【Method】Toxicities of four insecticides (5% avermectin, 5% alpha-cypermethrin, 10% acetamiprid, 10% imidacloprid) on adult parasitoids of *A. gifuensis* were evaluated under laboratory conditions by the methods of residual film in glass tube and feeding. The influences of four insecticides on the emergence rate of *A. gifuensis* were studied at sublethal concentrations of tobacco aphids. 【Result】Both the contact toxicity and the stomach toxicity of avermectin for adult parasitoids were the strongest among these insecticides, with mortality rates at 24 h reaching 87.78% and 94.44% respectively. The toxicity of imidacloprid were the weakest, with mortality rates at 24 h of 41.11% and 61.11% respectively. The toxicity of alpha-cypermethrin (81.11%, 86.66%) and acetamiprid (64.44%, 67.78%) were medium. The emergence rates could be significantly reduced when parasitoids were treated by avermectin and acetamiprid during egg stage or any of these four insecticides during the larval stage. However, the emergence rates were not changed distinctly when pupal parasitoids were treated. The sex ratio of parasitoid was significantly affected only when abamectin was used at the larval stage. 【Conclusion and significance】The mortality rates of parasitoids were higher when these insecticides were used at the adult stage, suggesting the insecticides should not be used during the presence of adult *A. gifuensis* in the field.

Key words: insecticide; *Aphidius gifuensis*; developmental stage; toxicity

烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 寄主广泛, 是烟株上的主要害虫之一(张广学和钟铁森, 1983), 在我国烟区均有分布。烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 属膜翅 Hymenoptera 蚜茧蜂科 Aphidiidae, 是烟蚜的主要天敌, 可寄生多种蚜虫, 在自然条件下的寄生率高, 容易进行人工繁殖, 现在已被广泛用于烟蚜的生物防治, 并取得了良好的效果(毕章宝和季正端, 1996; 忻亦芬, 1986; 赵万源等, 1980; Fukui, 1988)。

长期使用杀虫剂防治烟蚜不仅会使烟蚜产生抗药性(Devonshire, 1989), 而且会导致天敌发育畸形甚至死亡, 在一定范围内影响烟蚜茧蜂控制害虫的能力和自身繁殖力(刘慧平等, 2006、2007; 王德森等, 2012)。烟蚜茧蜂除了羽化后的成蜂在寄主体外, 其他虫态都在寄主体内完成发育, 所以杀虫剂在杀伤寄主的同时间接地影响了茧蜂(Mason *et al.*, 2002)。寄生蜂不同虫态对杀虫剂的敏感程度有所不同。朱九生等(2009)研究表明, 阿维菌素对广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* Westwood 幼虫期和卵期无影响, 但在预蛹和蛹期用药后成蜂羽化率下降, 羽化后雌蜂寿命缩短; 而尹可锁等(2005)在室内分别用除虫菊素、高效氯氰菊酯、吡虫啉、啶虫脒 4 种杀虫剂处理蚜茧蜂 *Diaeretiella rapae* Mintosh 蛹后, 蛹的羽化率没有显著变化; 李增梅等(2005)研究表明, 多杀菌素对菜蛾绒茧蜂 *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) 成蜂具有高毒性。目前, 有关杀虫剂对蚜茧蜂蛹、成虫的影响已有报道(陈家骅等, 1989; 尹可锁等, 2005), 但对其在寄主体内发育的卵、幼虫的研究则相对较少。为此, 本试验研究烟蚜的常用杀虫剂对烟蚜茧蜂不同发育阶段的毒性, 以期为田间合理用药及更好地协调化学防治和生物防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试寄主植物 烟草种子由福建省烟草农业科学研究所提供, 品种为 K326, 采用漂浮育苗法育苗, 待长至 7 片真叶时移至花盆和大棚中定植待用。

采用离体烟叶饲养烟蚜: 养虫盒(22 cm × 14 cm × 7 cm)中倒入 1% 琼脂溶液, 将烟叶剪成比养虫盒稍小的长方形, 待琼脂溶液冷却但尚未完全凝固时将剪好的叶片铺于其上, 烟叶正面贴紧琼脂进行保湿。

1.1.2 供试虫源 烟蚜采自福建农林大学作物病虫害生物防治研究所, 移至养虫盒并置于人工气温箱(宁波海曙赛福实验仪器厂生产, 型号为 PRX-250B)中饲养若干代后待用。本试验所用人工气候箱条件均为(25 ± 1) °C、光照 14L:10D、相对湿度(75 ± 5)%。

烟蚜茧蜂饲养于福建农林大学作物病虫害生物防治研究所烟叶种植大棚; 试验用蜂采自大棚, 将烟蚜茧蜂移至人工气温箱中饲养若干代后使用。

1.1.3 供试药剂 5% 啶虫脒乳油(济南金地农药有限公司)、10% 顺式氯氰菊酯乳油(巴斯夫有限公司)、5% 阿维菌素乳油(山东联合农药工业有限公司)、10% 吡虫啉可湿性粉剂(青岛金正农药有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 4 种杀虫剂对烟蚜及烟蚜茧蜂成蜂的毒性测定 试验参照李晓磊和刘长明(2009)的虫体浸渍法。在预试验的基础上将农药稀释成 5 个系列浓度, 以清水作对照。选取有一定数量烟蚜的叶片放入配制好的药液中浸泡 10 s, 取出后迅速用吸水纸将叶片上的药液吸干并用细毛笔将 4 龄若蚜 100 头挑入预先准备好的烟叶(22 cm × 14 cm)背面, 采用 1.1.1 中的离体烟叶饲养烟蚜。盖好养虫盒以防烟蚜逃逸, 置于智能人工气候箱内培养。48 h 后置于体视显微镜下检查死亡虫数。用 PoloPlus Version 2.0 版软件计算 48 h 的 LC_{10} 、 LC_{50} 的毒力回归方程。以 LC_{10} 作为亚致死剂量供下列试验备用。

采用试管药膜法(Liu *et al.*, 2003)测定杀虫剂对烟蚜茧蜂的触杀毒性。将供试药剂稀释成田间常用浓度(稀释 2000 倍), 取直径 0.9 cm、长 4.0 cm 的玻璃试管 3 支, 分别倒满药液, 静置 60 s 后倒出试管中的药液。然后将试管置于通风处晾干, 每支试管接入 12 h 内羽化的雌、雄烟蚜茧蜂各 10 头, 用小型注射器在棉团上滴入少量的 10% 蜜水, 并用该棉团封好管口(蜜水一端朝向试管内部), 放入人工气候箱中。每组处理重复 3 次, 以清水作为对照组, 分别于处理后 2、4、8、12、24 h 统计死亡率。

参照李增梅和刘银泉(2005)的方法测定杀虫剂对烟蚜茧蜂的胃毒作用。将药剂用 10% 蜂蜜水稀释成田间常用浓度(4 种药剂均稀释 2000 倍), 取直径 0.9 cm、长 4.0 cm 的试管 3 支, 向试管内接入 12 h 内未饲喂蜜水的雌、雄烟蚜茧蜂各 10 头, 用取液器取 0.5 mL 药液滴于棉花上, 并用棉团将管

口封好后放入人工气候箱中。每组处理重复3次,以饲喂10%蜂蜜水为对照组,分别于处理后2、4、8、12、24 h统计死亡率。

1.2.2 烟蚜亚致死浓度杀虫剂对烟蚜茧蜂各虫态的毒性 用单只雌蜂寄生单只烟蚜的方法获取被寄生的烟蚜30头(李增梅等,2005),接到养虫盒内的烟叶上,在产卵后1、4、9 d(相应的烟蚜茧蜂发育阶段为卵、幼虫、蛹)(赵万源等,1980),分别用烟蚜亚致死浓度药液对烟叶均匀喷雾直到有液滴形成为止,再将养虫盒置于人工气候箱中。用药后每12 h观察1次,记录最终僵蚜数、成蜂的羽化率及雌蜂的比例。试验重复3次,并设清水作为对照。

1.3 数据处理

烟蚜茧蜂的死亡率、羽化率及雌蜂比例用SPSS 17.0软件处理,计算均值及标准误,差异显著性通过LSD进行多重比较。

羽化率(%) = $\frac{\text{羽化蜂数}}{\text{僵蚜数}} \times 100$

雌蜂比例 = $\frac{\text{雌蜂数}}{\text{总蜂数}}$

相对毒力指数:选择顺式氯氰菊酯的 LC_{50} 为标准药剂,其相对毒力指数为1,其他药剂相对毒力指数的计算公式如下:

相对毒力指数 = $\frac{\text{顺式氯氰菊酯 } LC_{50}}{\text{其他药剂 } LC_{50}}$

2 结果与分析

2.1 4种杀虫剂对烟蚜的毒力

阿维菌素对烟蚜4龄若蚜的毒力最高, LC_{50} 为1.630 mg · L⁻¹;其次为啉虫脒和吡虫啉, LC_{50} 分别为2.717和12.236 mg · L⁻¹;顺式氯氰菊酯对4龄若蚜毒力最低, LC_{50} 为29.853 mg · L⁻¹。阿维菌素和啉虫脒的相对毒力指数较高,分别为18.31和10.99(表1)。

表1 杀虫剂对烟蚜4龄若蚜的毒力

Table 1 Toxicity of insecticides to 4th instar larvae of *M. persicae*

杀虫剂 Insecticide	毒力回归方程 Toxicity regression equation	LC_{50} (mg · L ⁻¹)	95% 置信区间 95% confidence interval (mg · L ⁻¹)	相对毒力指数 Index of relative toxicity
5%阿维菌素乳油 Abamectin	$y = -0.339 + 1.599x$	1.630	0.465 ~ 2.966	18.31
5%啉虫脒乳油 Acetamiorid	$y = -0.617 + 1.421x$	2.717	1.349 ~ 4.070	10.99
10%吡虫啉可湿性粉剂 Imidacloprid	$y = -2.029 + 1.866x$	12.236	10.727 ~ 13.688	2.44
10%顺式氯氰菊酯乳油 Alpha-cypermethrin	$y = -3.094 + 2.098x$	29.853	27.582 ~ 32.329	1.00

2.2 4种杀虫剂对烟蚜茧蜂成蜂的触杀和胃毒作用

各杀虫剂在大田常用浓度处理下对烟蚜茧蜂成蜂的接触毒性存在差异(表2)。其中,阿维菌素和啉虫脒对烟蚜茧蜂有较大的杀伤力,24 h后致死率达到87.78%和81.11%;吡虫啉对烟蚜茧蜂的毒

性较低,24 h后致死率为41.11%,但与对照比较仍存在显著差异;顺式氯氰菊酯对烟蚜茧蜂24 h后的致死率为64.44%。随着烟蚜茧蜂接触药剂时间的延长,成蜂的死亡率不断增大。

表2 杀虫剂对烟蚜茧蜂成蜂的触杀毒性

Table 2 Contact toxicity of insecticides to adults of the parasitoid *A. gifuensis*

杀虫剂 Insecticide	累计死亡率 Cumulative mortality at intervals after treatment (%)				
	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
5%阿维菌素乳油 Abamectin	8.89 ± 1.11a	12.22 ± 2.94b	32.22 ± 6.67a	58.89 ± 4.84a	87.78 ± 4.45a
5%啉虫脒乳油 Acetamiorid	8.89 ± 2.22a	26.67 ± 1.93a	40.00 ± 1.92a	54.44 ± 2.94a	81.11 ± 6.19a
10%吡虫啉可湿性粉剂 Imidacloprid	3.33 ± 0.00b	10.00 ± 1.92b	15.55 ± 4.01b	30.00 ± 5.09b	41.11 ± 7.29c
10%顺式氯氰菊酯乳油 Alpha-cypermethrin	10.00 ± 1.92a	15.56 ± 1.11b	31.11 ± 4.44a	37.78 ± 4.45b	64.44 ± 4.44b

数值为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在0.05水平上差异显著($P < 0.05$)。
The data in the table are means ± SE. The data in the same column followed by the different letter are significantly different at 5% level. The control mortality over 24 h was zero. All treatments are significantly different from the control.

各杀虫剂在田间使用浓度处理下对烟蚜茧蜂成蜂的胃毒作用存在差异(表3)。2 h 后顺式氯氰菊酯对成蜂的胃毒作用最强,致死率为 20%;阿维菌素和吡虫啉对成蜂的胃毒作用较弱,致死率均为 4.44%。但 24 h 后阿维菌素对烟蚜茧蜂的胃毒作用最强,致死率达 94.44%;其次为啉虫脒,致死率为 86.66%;顺式氯氰菊酯和吡虫啉的胃毒作用相对较弱,致死率分别为67.78% 和 61.11%。

表 3 杀虫剂对烟蚜茧蜂成蜂的胃毒作用
Table 3 Stomach toxicity of insecticides to adults of the parasitoid *A. gifuensis*

杀虫剂 Insecticide	累计死亡率 Cumulative mortality at intervals after treatment (%)				
	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
5% 阿维菌素乳油 Abamectin	4.44 ± 1.11c	61.11 ± 2.94a	68.89 ± 2.22a	86.67 ± 1.93a	94.44 ± 1.11a
5% 啉虫脒乳油 Acetamiorid	8.89 ± 2.22b	25.56 ± 1.11c	47.78 ± 4.01b	58.89 ± 1.11b	86.66 ± 3.33a
10% 吡虫啉可湿性粉剂 Imidacloprid	4.44 ± 1.11c	17.78 ± 1.11d	25.56 ± 2.94c	31.11 ± 1.11c	61.11 ± 2.94b
10% 顺式氯氰菊酯乳油 Alpha-cypermethrin	20.00 ± 1.92a	43.33 ± 3.85b	51.11 ± 2.94b	55.56 ± 1.11b	67.78 ± 2.94b

数值为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著 ($P < 0.05$)。
The data in the table are means ± SE. The data in the same column followed by the different letter are significantly different at 5% level. The control mortality over 24 h was zero. All treatments are significantly different from the control.

2.3 烟蚜亚致死浓度杀虫剂对烟蚜茧蜂各虫态的毒性
在烟蚜茧蜂卵期施用亚致死浓度杀虫剂后,阿维菌素和啉虫脒对烟蚜茧蜂成蜂羽化率的影响较大,且与对照组存在显著差异;但吡虫啉和顺式氯

氰菊酯处理后与对照相比差异不显著。在幼虫期施药对烟蚜茧蜂成蜂羽化率存在影响,均显著低于对照。在蛹期施药对烟蚜茧蜂成蜂羽化率没有显著影响(表4)。

表 4 4 种杀虫剂亚致死浓度对烟蚜茧蜂成蜂羽化率的影响
Table 4 Emergence rate of *A. gifuensis* exposed to insecticides at three developmental stages

杀虫剂 Insecticide	各虫期处理后的成蜂羽化率 Adult emergence rate from insecticide-treated (%)		
	卵期 Egg	幼虫期 Larvae	蛹期 Pupae
5% 阿维菌素乳油 Abamectin	85.57 ± 1.11b	83.34 ± 1.93b	91.11 ± 2.97a
5% 啉虫脒乳油 Acetamiorid	81.12 ± 1.52b	84.37 ± 1.86b	91.11 ± 2.22a
10% 吡虫啉可湿性粉剂 Imidacloprid	95.33 ± 2.91a	85.65 ± 2.96b	93.33 ± 3.85a
10% 顺式氯氰菊酯乳油 Alpha-cypermethrin	94.70 ± 3.36a	88.22 ± 1.10b	91.78 ± 2.47a
对照 Control	96.67 ± 3.33a	94.44 ± 1.11a	96.67 ± 1.93a

数值为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著 ($P < 0.05$)。
The data in the table are means ± SE. The data in the same column followed by the different letter are significantly different at 5% level.

由表 5 可知,在烟蚜茧蜂卵期用 4 种杀虫剂亚致死浓度处理后,其羽化后雌虫比例与对照没有显著差异;在幼虫期施药,阿维菌素处理后的烟蚜茧蜂雌虫比例显著高于对照,其他 3 种药剂与对照没有显著差异;蛹期施药后烟蚜茧蜂雌虫比例与对照相比差异不显著。

表 5 4 种杀虫剂亚致死浓度对烟蚜茧蜂雌蜂比例的影响
Table 5 Sex ratio of emerging *A. gifuensis* exposed to insecticides at three developmental stages

杀虫剂 Insecticide	各虫期处理后的成蜂雌虫比例 Female proportion of adults emerging from insecticide-treated		
	卵期 Egg	幼虫期 Larvae	蛹期 Pupae
5% 阿维菌素乳油 Abamectin	0.53 ± 0.02a	0.65 ± 0.02a	0.55 ± 0.02a
5% 啉虫脒乳油 Acetamiorid	0.58 ± 0.02a	0.59 ± 0.01b	0.56 ± 0.01a
10% 吡虫啉可湿性粉剂 Imidacloprid	0.53 ± 0.02a	0.57 ± 0.01b	0.58 ± 0.01a
10% 顺式氯氰菊酯乳油 Alpha-cypermethrin	0.57 ± 0.01a	0.60 ± 0.02b	0.57 ± 0.02a
对照 Control	0.59 ± 0.01a	0.57 ± 0.01b	0.57 ± 0.02a

数值为平均值 ± 标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著 ($P < 0.05$)。
The data in the table are means ± SE. The data in the same column followed by the different letter are significantly different at 5% level.

3 讨论

在成蜂期,烟蚜茧蜂直接接触杀虫剂,试验所用 4 种杀虫剂对烟蚜茧蜂均有触杀和胃毒作用。其中,阿维菌素的毒性最高,在田间应尽量减少使用阿维菌素;吡虫啉对烟蚜茧蜂的毒性相对较低,需要化学防治时可优先考虑。杀虫剂对烟蚜茧蜂卵期、幼虫期的影响主要取决于其对寄主的毒性,杀虫剂先作用于烟蚜之后才作用于其体内的烟蚜茧蜂,阿维菌素和啉虫脒对烟蚜的毒性较强,所以其对烟蚜茧蜂成蜂羽化率均有显著影响。在烟蚜茧蜂蛹期用药,对成蜂的羽化率、雌蜂比例均无显著影响,可能是因为有茧的保护,杀虫剂较难渗入。

李增梅和刘银泉(2005)研究表明,阿维菌素对菜蛾绒茧蜂成蜂具有较高的安全性,这与本试验结果存在差异,可能是因为 2 种茧蜂对阿维菌素的敏感度不一样。尹可锁等(2005)研究表明,吡虫啉对蚜茧蜂毒性较低,与本试验结果一致;但 3% 啉虫脒对蚜茧蜂毒性也较低,与本试验结果不同,可能是所用啉虫脒有效成分含量不同所致;在蛹期施药对蚜茧蜂的羽化率均没有影响,与本研究一致。本试验在室内条件下进行,这与田间自然条件有一定的差异,因而关于杀虫剂在田间对烟蚜茧蜂的毒性还需进一步研究。

参考文献

毕章宝,季正端. 1996. 烟蚜茧蜂繁殖力、内禀增长力、功能反应及对桃蚜的抑制作用. 河北农业大学学报, 19(3): 1-5.

陈家骅,陈达荣,李芳,张玉珍. 1989. 农药对烟蚜茧蜂的影响. 生物防治通报, 5(3): 107-109.

李晓磊,刘长明. 2009. 寄主植物对烟蚜药剂敏感性及相关酶活性的影响. 华东昆虫学报, 18(1): 46-50.

李增梅,刘银泉. 2005. 多种杀虫剂对菜蛾绒茧蜂的毒性比较. 农药, 44(8): 373-376.

李增梅,刘银泉,刘树生. 2005. 多杀菌素对菜蛾绒茧蜂的致死和亚致死效应. 农药学报, 7(1): 24-28.

刘慧平,韩巨才,徐琴,刘慧芹. 2006. 杀虫剂对甘蓝蚜与

七星瓢虫的毒力及选择性研究. 中国生态农业学报, 14(3): 160-162.

刘慧平,韩巨才,徐琴,吕朝军,刘慧芹. 2007. 杀虫剂对苹果黄蚜与七星瓢虫的毒力及选择性研究. 中国生态农业学报, 15(2): 126-129.

王德森,何余容,郭祥令,罗永丽,谢梅琼. 2012. 杀虫剂对不同发育阶段拟澳洲赤眼蜂的安全性评估. 中国生物防治学报, 28(3): 314-319.

忻亦芬. 1986. 烟蚜茧蜂繁殖利用研究. 生物防治通报, 2(3): 108-111.

尹可锁,吴文伟,何成兴,罗雁婕. 2005. 5 种杀虫剂对甘蓝蚜的毒杀作用及对蚜茧蜂的影响. 植物保护, 31(6): 84-85.

张广学,钟铁森. 1983. 中国经济昆虫志. 北京: 科学出版社, 53-55.

赵万源,丁垂平,董大志. 1980. 烟蚜茧蜂生物学及其应用研究. 动物学研究, 1(3): 405-415.

朱九生,连梅力,王静,秦曙. 2009. 五种杀虫剂对卵寄生性天敌广赤眼蜂室内安全性评价. 中国生态农业学报, 17(4): 715-720.

Devonshire A L. 1989. Insecticide resistance in *Myzus persicae* field to gene and back again. *Pesticide Science*, 26: 375-382.

Fukui M. 1988. Fecundity, oviposition period and longevity of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) and *Aphidius ensis* Ashmead (Hymenoptera: Aphididae), two parasitoids of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 32: 331-333.

Liu S S, Li Y X and Tang Z H. 2003. Host resistance to an insecticide favors selection of resistance in the parasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 28: 137-143.

Mason P G, Erlandson M A, Elliot R H and Harris B J. 2002. Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Canadian Entomologist*, 134: 59-68.

(责任编辑:杨郁霞)

