

# 寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响

肖燕, 黄振, 任顺祥, 吴建辉

(生物防治教育部工程中心, 华南农业大学资源环境学院, 广东广州510642)

**摘要:**通过比较结球甘蓝、番茄、茄子和黄瓜4种寄主植物上粉虱座壳孢 *Aschersonia aleyrodis* 对烟粉虱 *Bemisia tabaci* 的  $LC_{50}$  和  $LT_{50}$  值, 评价了寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响. 结果表明: 在处理后的第6 d, 不同寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的  $LC_{50}$  值差异显著; 4种寄主植物上烟粉虱的  $LC_{50}$  最小值均出现在处理后的第10 d. 当分生孢子浓度为  $5 \times 10^5$  和  $1 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$  时, 4种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的  $LT_{50}$  值差异显著, 其他浓度时番茄与甘蓝上烟粉虱的  $LT_{50}$  值差异不显著. 茄子与黄瓜上烟粉虱的  $LT_{50}$  值差异显著.

**关键词:**粉虱座壳孢; 烟粉虱; 致病力; 寄主植物

中图分类号: S432.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2011)01-0030-05

## Effect of Host Plants on the Potential of *Aschersonia aleyrodis* for Controlling *Bemisia tabaci*

XIAO Yan, HUANG Zhen, REN Shun-xiang, WU Jian-hui

(Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** The effect of host plants on the potential of *Aschersonia aleyrodis* for controlling *Bemisia tabaci* were evaluated by comparing the  $LC_{50}$  and  $LT_{50}$  values of *B. tabaci* on cabbage, tomato, eggplant and cucumber. The results of regression analysis on the accumulative adjusted mortalities of *B. tabaci* and the different concentrations of *Aschersonia aleyrodis* showed that  $LC_{50}$  values of *B. tabaci* were significantly different with the *B. tabaci* on different host plants in six days after treatments, and the least  $LC_{50}$  of *B. tabaci* on cabbage, tomato, eggplant and cucumber appeared in ten days after treatments. The  $LT_{50}$  values of *B. tabaci* were significantly different on four host plants with the concentrations of  $5 \times 10^5$  and  $1 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$  of *A. aleyrodis*, respectively. However, there were no significant differences of  $LT_{50}$  of *B. tabaci* on host plants between cabbage and tomato, and eggplant and cucumber with the other concentrations of *A. aleyrodis*.

**Key words:** *Aschersonia aleyrodis*; *Bemisia tabaci*; pathogenicity; host plant

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 是大田和温室作物上的重要害虫, 广泛分布于世界各大洲的90多个国家和地区<sup>[1-2]</sup>, 寄主植物已超过600种<sup>[3-4]</sup>. 近年来, 由于烟粉虱对常用的大多数化学农药的抗药

性明显增强<sup>[5-7]</sup>, 因而利用昆虫病原真菌防治烟粉虱倍受关注<sup>[8-12]</sup>. 寄生烟粉虱的虫生真菌种类较多, 有玫烟色拟青霉、座壳孢、蜡蚜轮枝菌等<sup>[8]</sup>. 在我国南方地区, 粉虱座壳孢 *Aschersonia aleyrodis* Webber 是

收稿日期: 2010-00-00

作者简介: 肖燕(1976—), 女, 工程师, 硕士; 通信作者: 任顺祥(1957—), 男, 教授, 博士, E-mail: rensxcn@yahoo.com.cn  
基金项目: 973项目(2006CB102005); 公益性行业项目(200803005).

粉虱类害虫上的一种重要虫生真菌,可在蔬菜、水果和园林植物等许多寄主植物的烟粉虱种群上形成流行病,从而有效地控制烟粉虱的危害<sup>[13]</sup>,与寄生性天敌蚜小蜂等联合使用可有效地控制烟粉虱<sup>[14]</sup>,粉虱座壳孢还可成功地控制柑橘粉虱和温室白粉虱<sup>[15]</sup>。

在长期的进化和相互选择过程中,虫生真菌和植物之间形成了一种互作关系.不同的寄主植物所形成的小气候,如叶片表面的温度、湿度,寄主植物的分泌物、产生的挥发性物质等互不相同,从而影响虫生真菌在寄主植物表面的分布和孢子的萌发,进而影响虫生真菌对害虫的致病力;同一种虫生真菌在不同的寄主植物上对同一种害虫的致病力有时也会表现出差异<sup>[16-18]</sup>.为了阐明寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响,本研究选择了结球甘蓝 *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.、番茄 *Lycopersicon esculentum* Miller、茄子 *Solanum melongena* L. 和黄瓜 *Cucumis sativus* L. 等4种寄主植物进行试验,以期为利用座壳孢防治蔬菜烟粉虱提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

寄主植物:黄瓜,品种为万吉青瓜;番茄,品种为新星101;茄子,品种为茄子金刚一号.以上3种寄主植物均购自广东省农业科学院蔬菜研究所.结球甘蓝,品种为正 大早秋甘蓝,中泰合资江苏正大种子有限公司生产。

供试昆虫:B型烟粉虱。

菌种及培养方法:粉虱座壳孢.马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)<sup>[19]</sup>,霉菌培养箱[(27±1)℃]。

### 1.2 方 法

1.2.1 寄主植物的种植 试验采用盆栽苗,每盆1株苗.盆栽苗常规肥水管理,上盆时施足基肥,当幼苗长至6~10 cm高、有5~8片展开叶时待用。

1.2.2 供试昆虫的准备 将温室中饲养在扶桑上的烟粉虱成虫分别接种到结球甘蓝、番茄、茄子和黄瓜4种寄主植物上,待烟粉虱繁殖10代以上时取成虫接到对应的4种无虫的寄主植物幼苗上,产卵6 h后,清除成虫,将接虫后的幼苗置于(25±0.5)℃的光照养虫笼中(60 cm×60 cm×60 cm),每叶保留50~100头若虫,待烟粉虱发育至2龄若虫时待用。

1.2.3 菌种及分生孢子的培养 将保存在斜面上的粉虱座壳孢菌株取出活化,然后接种到含PDA培

养基的平板上,放入霉菌培养箱中培养备用。

1.2.4 粉虱座壳对烟粉虱的致病力测定 用0.1%吐温80的无菌水收集粉虱座壳孢的分生孢子,配制成浓度为0、 $1.0 \times 10^5$ 、 $5.0 \times 10^5$ 、 $1.0 \times 10^6$ 、 $5.0 \times 10^6$ 和 $1.0 \times 10^7$  mL<sup>-1</sup>的孢子悬液.将带有烟粉虱2龄若虫的4种寄主植物叶片分别浸入悬浮液中,20 s后取出,自然晾干.每处理为10片叶,重复3次.将处理过的寄主植物移入光照养虫笼中,培养箱光照时间为14 h光:10 h暗,温度为(25±0.5)℃.接种后每2 d镜检1次,并记录感染死虫数,连续观察10 d。

### 1.3 数 据 的 处 理

累计死亡率=(样本中死亡的总虫数/样本总虫数)×100%;

累计校正死亡率=[(处理区的死亡率-对照区的死亡率)/(1-对照区的死亡率)]×100%;

LC<sub>50</sub>、LT<sub>50</sub>的计算方法采用概率分析法<sup>[19]</sup>;

LC<sub>50</sub>(或LT<sub>50</sub>)的95%置信限=LC<sub>50</sub>(或LT<sub>50</sub>)±1.96×SE。

对每个处理区粉虱座壳孢对烟粉虱的累计校正死亡率,LC<sub>50</sub>与LT<sub>50</sub>的比较均采用平均数多重比较的分析法,数据用SAS软件进行分析<sup>[20]</sup>。

## 2 结 果 与 分 析

### 2.1 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的累计校正死亡率

寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响与菌液的浓度和处理时间有关.在相同的菌液浓度条件下,不同处理时间的4种寄主植物上烟粉虱的累计校正死亡率的差异程度不同.前6 d,在浓度为 $1.0 \times 10^5$ 和 $5.0 \times 10^5$  mL<sup>-1</sup>时4种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的累计校正死亡率增加较慢,在其他浓度下4种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的累计校正死亡率增加较快;第10 d,在浓度为 $5.0 \times 10^6$ 和 $1.0 \times 10^7$  mL<sup>-1</sup>时,4种寄主植物上烟粉虱的累计校正死亡率高于80%,且4种寄主植物上烟粉虱的累计校正死亡率差异不显著.在处理时间相同的条件下,不同浓度菌液处理后的第6 d和第8 d,4种寄主植物上烟粉虱累计校正死亡率的差异程度也不相同(表1)。

### 2.2 粉虱座壳孢在不同寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>和LT<sub>50</sub>

粉虱座壳孢的不同浓度与烟粉虱的累计校正死

表1 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的累计校正死亡率

Tab.1 Accumulative adjusted mortalities of *Bemisia tabaci* to *Aschersonia aleyrodis* on different host plants

孢子浓度/ (mL <sup>-1</sup> )	寄主 植物	不同处理时间的累计校正死亡率 <sup>1)</sup> /%		
		6 d	8 d	10 d
1.0 × 10 <sup>5</sup>	甘蓝	3.13 ± 0.12f	4.21 ± 0.17f	25.51 ± 1.22d
	番茄	3.09 ± 0.18f	5.21 ± 0.21f	25.79 ± 2.03d
	茄子	4.26 ± 0.78f	15.56 ± 1.08e	27.53 ± 1.05d
	黄瓜	25.00 ± 2.92d	59.46 ± 4.31b	59.64 ± 4.07bc
5.0 × 10 <sup>5</sup>	甘蓝	12.50 ± 1.63e	18.42 ± 2.16e	32.44 ± 2.97d
	番茄	5.15 ± 0.37f	8.85 ± 0.07f	32.96 ± 2.09d
	茄子	6.91 ± 0.72ef	25.00 ± 1.03d	56.76 ± 6.15c
	黄瓜	41.50 ± 5.38bc	60.00 ± 3.84b	86.13 ± 8.04ab
1.0 × 10 <sup>6</sup>	甘蓝	33.85 ± 4.47cd	36.84 ± 2.75d	51.92 ± 3.98c
	番茄	10.31 ± 2.94e	11.46 ± 1.03e	53.83 ± 3.58c
	茄子	14.89 ± 1.90e	38.89 ± 2.25d	75.78 ± 5.76b
	黄瓜	62.00 ± 4.13ab	81.08 ± 4.85a	95.02 ± 10.21a
5.0 × 10 <sup>6</sup>	甘蓝	37.50 ± 2.31cd	55.26 ± 3.05c	84.63 ± 6.82ab
	番茄	30.93 ± 2.61d	73.96 ± 5.17b	90.97 ± 9.96a
	茄子	31.38 ± 2.94d	53.33 ± 3.20c	92.96 ± 9.94a
	黄瓜	70.00 ± 9.63a	89.19 ± 7.17a	96.41 ± 10.35a
1.0 × 10 <sup>7</sup>	甘蓝	58.33 ± 3.72b	71.05 ± 11.23b	91.73 ± 8.97a
	番茄	43.33 ± 2.31bc	89.58 ± 10.29a	95.42 ± 9.08a
	茄子	38.30 ± 2.53c	58.33 ± 7.28bc	94.91 ± 11.03a
	黄瓜	78.50 ± 8.29a	94.59 ± 9.91a	97.89 ± 10.82a

1)表中数据为平均值 ± 标准误,同列数字后凡是有一个小写字母相同者,表示在0.05水平差异不显著(DMRT法)。

亡率回归方程见表2.当使用不同浓度的粉虱座壳孢分生孢子处理烟粉虱时,4种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的LC<sub>50</sub>值不同.在第6d时,4种寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值差异显著;在第8d时,茄子和甘蓝2种寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值差异不显著,且与其他寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值差异显著;在第10d时,番茄和甘蓝2种寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值差异不显著,且与其他寄主植物上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值差异显著.整个侵染过程中,4种寄主植物上烟粉虱LC<sub>50</sub>的最小值不同,其出现的时间均都在第10d,其中以黄瓜上烟粉虱的LC<sub>50</sub>值最小(表3).

不同浓度的粉虱座壳孢侵染烟粉虱后,对烟粉虱的死亡时间与累计校正死亡率回归分析,拟合的方程见表4.当使用不同浓度的粉虱座壳孢孢子悬浮液侵染烟粉虱后,不同寄主植物上同一浓度的粉虱座壳孢对烟粉虱的LT<sub>50</sub>值不同.当孢子浓度为5.0 × 10<sup>5</sup>和1.0 × 10<sup>6</sup> mL<sup>-1</sup>时,4种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的LT<sub>50</sub>值差异显著,其他浓度时番茄与甘蓝上烟粉虱的LT<sub>50</sub>值差异不显著.茄子与黄瓜上烟粉虱的LT<sub>50</sub>值差异显著(表5).表5中数据显示,随着粉虱座壳孢分生孢子浓度的增加,4种寄主植物上烟粉虱的LT<sub>50</sub>值逐渐减小.

表2 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的LC<sub>50</sub>回归方程<sup>1)</sup>

Tab.2 The LC<sub>50</sub> regression equation of accumulative adjusted mortalities of *Bemisia tabaci* to *Aschersonia aleyrodis* on different host plants

寄主植物	6 d		8 d		10 d	
	回归方程	χ <sup>2</sup>	回归方程	χ <sup>2</sup>	回归方程	χ <sup>2</sup>
甘蓝	Y = -1.622 0 + 0.972 8X	2.225 6	Y = -1.860 9 + 1.045 0X	1.741 6	Y = -1.388 4 + 1.094 9X	0.432 9
番茄	Y = -1.510 7 + 0.892 3X	3.314 2	Y = -4.809 2 + 1.538 6X	2.048 1	Y = -2.298 8 + 1.266 4X	0.411 5
茄子	Y = -0.502 6 + 0.737 8X	3.031 6	Y = 0.803 1 + 0.635 2X	1.215 1	Y = -1.344 6 + 1.154 8X	0.154 4
黄瓜	Y = 0.426 2 + 0.765 0X	0.544 8	Y = 1.500 3 + 0.714 4X	0.030 0	Y = 1.136 7 + 0.859 1X	0.264 8

1)X—粉虱座壳孢的浓度,Y—烟粉虱的累计校正死亡率;χ<sub>0.05</sub><sup>2</sup> = 5.991 5.

表3 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的LC<sub>50</sub>值<sup>1)</sup>

Tab.3 The LC<sub>50</sub> value of accumulative adjusted mortalities of *Bemisia tabaci* to *Aschersonia aleyrodis* on different host plants × 10<sup>6</sup> mL<sup>-1</sup>

寄主植物	6 d	8 d	10 d
甘蓝	6.41 ± 0.72(4.07, 10.00)c	3.68 ± 0.36(2.63, 5.13)a	0.68 ± 0.10(0.52, 0.89)a
番茄	19.80 ± 6.43(9.55, 40.74)b	2.37 ± 0.29(1.86, 3.02)b	0.58 ± 0.08(0.45, 0.77)a
茄子	28.68 ± 7.15(11.22, 72.44)a	4.05 ± 1.03(2.40, 6.92)a	0.31 ± 0.05(0.22, 0.44)b
黄瓜	0.95 ± 0.17(0.67, 1.35)d	0.08 ± 0.03(0.03, 0.18)c	0.03 ± 0.02(0.01, 0.08)c

1)表中数据为平均值 ± 标准误;同列数据后凡是有一个小写字母相同者,表示在0.05水平差异不显著(DMRT法);括号中的数值表示在95%的置信区间值。

表 4 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的  $LT_{50}$  回归方程<sup>1)</sup>

Tab. 4 The  $LT_{50}$  regression equation of accumulative adjusted mortalities of *Bemisia tabaci* to *Aschersonia aleyrodis* on different host plants

孢子浓度/ ( $mL^{-1}$ )	甘蓝		番茄		茄子		黄瓜	
	回归方程	$\chi^2$	回归方程	$\chi^2$	回归方程	$\chi^2$	回归方程	$\chi^2$
$1.0 \times 10^5$	$Y=0.1214+4.1840lgX$	4.263	$Y=-0.1882+4.5136lgX$	4.201	$Y=0.4043+4.2805lgX$	6.641	$Y=0.8693+4.6330lgX$	13.634
$5.0 \times 10^5$	$Y=2.1445+2.3957lgX$	6.921	$Y=-0.2257+4.7393lgX$	5.214	$Y=-1.4009+6.6598lgX$	9.489	$Y=0.5300+5.4836lgX$	18.465
$1.0 \times 10^6$	$Y=3.0416+2.0025lgX$	11.590	$Y=-0.5285+5.3566lgX$	7.084	$Y=-1.7331+7.4685lgX$	13.293	$Y=0.2510+6.4818lgX$	26.834
$5.0 \times 10^6$	$Y=-0.2443+6.2136lgX$	17.121	$Y=-1.4465+7.7986lgX$	19.961	$Y=-2.9847+9.4988lgX$	20.206	$Y=0.6657+6.2051lgX$	29.284
$1.0 \times 10^7$	$Y=1.4512+4.8056lgX$	22.423	$Y=-1.8352+8.6859lgX$	25.586	$Y=-2.8314+9.4888lgX$	22.066	$Y=1.3732+5.7574lgX$	34.134

1) X—烟粉虱死亡时间, Y—烟粉虱累计校正死亡率;  $\chi^2_{0.05} = 5.9915$ .

表 5 粉虱座壳孢在不同寄主植物上对烟粉虱的  $LT_{50}$  值<sup>1)</sup>

Tab. 5 The  $LT_{50}$  value of accumulative adjusted mortalities of *Bemisia tabaci* to *Aschersonia aleyrodis* on different host plants

孢子浓度/( $mL^{-1}$ )	甘蓝	番茄	茄子	黄瓜
$1.0 \times 10^5$	14.66 ± 2.04(11.16, 19.24)a	14.11 ± 1.74(11.08, 17.96)a	11.85 ± 1.02(10.00, 14.03)b	7.79 ± 0.22(7.36, 8.24)c
$5.0 \times 10^5$	15.56 ± 3.63(9.85, 24.58)a	12.67 ± 1.17(10.56, 15.19)b	9.14 ± 0.25(8.66, 9.65)c	6.53 ± 0.24(6.08, 7.02)d
$1.0 \times 10^6$	9.51 ± 0.90(7.90, 11.43)b	10.77 ± 0.59(9.67, 11.98)a	7.97 ± 0.15(7.69, 8.26)c	5.40 ± 0.31(4.84, 6.04)d
$5.0 \times 10^6$	6.98 ± 0.19(6.63, 7.36)a	6.71 ± 0.17(6.39, 7.05)a	6.93 ± 0.13(6.67, 7.19)a	4.99 ± 0.36(4.33, 5.76)b
$1.0 \times 10^7$	5.48 ± 0.38(4.78, 6.27)b	6.12 ± 0.19(5.76, 6.51)ab	6.69 ± 0.14(6.41, 6.98)a	4.27 ± 0.48(3.42, 5.32)c

1) 表中数据为平均值 ± 标准误; 同行数据后凡是有一个小写字母相同者, 表示在 0.05 水平差异不显著 (DMRT 法); 括号中的数值表示在 95% 的置信区间值。

### 3 讨论

在本研究中不同生物在不同测定时间的试验结果并不一致。在第 6 d, 4 种寄主植物上粉虱座壳孢对烟粉虱的致病力差异显著, 该研究结果与 Hare 等<sup>[17]</sup>、Poprawski 等<sup>[21]</sup> 和 Bolckman 等<sup>[22]</sup> 的研究报道一致, 与吴建辉等<sup>[23]</sup> 在第 8 ~ 14 d 对玫烟色拟青霉的致病力研究结果相一致。在第 8 d, 甘蓝和茄子上烟粉虱的  $LC_{50}$  差异不显著; 在第 10 d, 甘蓝和番茄上烟粉虱的  $LC_{50}$  差异不显著, 这与 Vidal 等<sup>[11]</sup> 和 Costa 等<sup>[24]</sup> 的研究结果一致。由此可见, 不同寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响不同。

寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响因素是多方面的。寄主植物的营养状况会影响寄主昆虫的生理、生长发育等, 势必影响寄主昆虫对虫生真菌的抗病能力<sup>[16-17]</sup>。寄主植物所形成的小气候, 如叶片表面的温度、湿度、表面的结构、叶面的分泌物等都会影响病原真菌在寄主植物表面的分布、分生孢子的萌发等<sup>[16-17, 24-25]</sup>。本研究中的 4 种寄主植物各有特点: 结球甘蓝植株相对较矮小、叶片表面光滑、有较厚的蜡质覆盖, 孢子悬液不易在叶片上附着; 番茄、茄子

和黄瓜叶片表面均有刺毛、有利于孢子悬液在叶片表面的附着, 这样增加了孢子与虫体接触的机会, 同时这 3 种寄主植物相对高大, 叶片伸展开后形成的小气候相对湿度较大, 湿度大则利于孢子的侵染, 并且侵染症状显现快、烟粉虱的死亡率高; 相对高大的寄主植物, 其叶面指数高、对紫外线等的阻挡作用好, 所有这些均有利于孢子对虫体的侵染。同时, 寄主植物产生或分泌的一些化学物质, 如儿茶酚、水杨酸、丹宁、番茄素等对虫生真菌的致病力会产生直接的影响<sup>[18, 21]</sup>。本研究中的寄主植物番茄分泌的番茄素对粉虱座壳孢的致病力也会产生一定的影响, 因而, 4 种寄主植物对粉虱座壳孢致病力的影响表现出了一定的差异。

#### 参考文献:

[1] GERLING D. Status of *Bemisia tabaci* in the Mediterranean countries: Opportunities for biological control [J]. *Biological Control*, 1996, 6(1): 11-22.  
 [2] 罗晨, 张君明, 石宝才, 等. 北京地区烟粉虱调查初报 [J]. *北京农业科学*, 2000(增刊): 42-47.  
 [3] 邱宝利, 任顺祥, 孙同兴, 等. 广州地区烟粉虱寄主植物调查初报 [J]. *华南农业大学学报*, 2001, 22(4): 43-47.

- [4] MOUND L A, HALSEY S H. Whitefly of the word [M]. New York: Wiley & Sons, 1978; 118-124.
- [5] PALUMBO J C, HOROWITZ A R, PRABHALTER N. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci* [J]. Crop Protection, 2001, 20(9): 739-765.
- [6] DITTRICH V, ERNST G H, RUESEH O, et al. Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua [J]. Journal of Economic Entomology, 1990, 83(5): 1665-1670.
- [7] REN Shun-xiang, WANG Zhen-zhong, QIU Bao-li, et al. The pest status of *Bemisia tabaci* in China and non-chemical control strategies [J]. Entomologia Sinica, 2001, 18: 279-288.
- [8] FARIA M, WRAIGHT S P. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi [J]. Crop Protection, 2001, 20(9): 767-778.
- [9] OSBOME L S, LANDA Z. Biological control of whiteflies with entomopathogenic fungi [J]. Florida Entomologist, 1992, 75(4): 456-471.
- [10] NEGASI A, PARKER B L, BROWNBIDGE M. Screening and bioassay of entomopathogenic fungi for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* [J]. Insect Science and Its Application, 1998, 18(1): 37-44.
- [11] VIDAL C, OSBORNE L S, LACEY L, et al. Effect of host plant on the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses [J]. Biological Control, 1998, 12(3): 191-199.
- [12] WRAIGHT S P, CARRUTHERS R I, JARONSKI S T, et al. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* [J]. Biological Control, 2000, 17(3): 203-217.
- [13] 肖燕, 任顺祥, 邱宝利. 应用昆虫真菌防治烟粉虱的现状 [J]. 昆虫天敌, 2001, 23(1): 30-34.
- [14] 邱宝利, 任顺祥, 肖燕, 等. 蚜小蜂和粉虱座壳孢对烟粉虱的控制作用研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 2251-2254.
- [15] FRANSEN J J. Natural enemies of whiteflies: Fungi [M] // DERLING D. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Andover UK: Intercept Ltd, 1990: 187-210.
- [16] BOUCIAS D G, BRADFORD D L, BAFIELD C S. Susceptibility of the velvetbean caterpillar and soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae) to *Nomuraea rileyi*: Effects of pathotype, dosage, temperature, and host age [J]. Journal of Economic Entomology, 1984, 77(1): 247-253.
- [17] HARE J D, ANDREADIS T G. Variation in the susceptibility of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) when reared on different host plants to the fungal pathogen, *Beauveria bassiana* in the field and laboratory [J]. Environmental Entomology, 1983, 12(6): 1891-1897.
- [18] VEGA F E, DOWD P F, MCGUIRE M R, et al. *In vitro* effects of secondary plant compounds on germination of blastospores of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 1997, 70(3): 209-213.
- [19] 蒲蜚龙, 李增智. 昆虫真菌学 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1996: 1-714.
- [20] SAS Institute. SAS/STAT Users' NC, Guide [M]. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1989.
- [21] POPRAWSKI T J, GREENBERG S M, CIOMPERLIK M A. Effect of host plant on *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* induced mortality of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) [J]. Environmental Entomology, 2000, 20(5): 1048-1053.
- [22] BOLCKMANS G, STERK J, EYAL J, et al. PreFeRal, (*Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97), a new microbial insecticide for the biological control of whiteflies in greenhouses [J]. Mededelingen-Faculteit Land bouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 1995, 60: 707-711.
- [23] 吴建辉, 黄振, 任顺祥. 寄主植物对玫烟色拟青霉致病力的影响 [J]. 植物保护学报, 2007, 34(1): 67-72.
- [24] COSTA S D, GAUGLER R R. Sensitivity of *Beauveria bassiana* to solanine and tomatine: Plant defensive chemicals inhibit an insect pathogen [J]. Journal of Chemical Ecology, 1989, 15(2): 697-706.
- [25] RAMOSKA W A, TODD T. Variation in efficacy and viability of *Beauveria bassiana* in the chinch bug (Hemiptera: Lygaeidae) as a result of feeding activity on selected host plants [J]. Environmental Entomology, 1985, 14(2): 146-148.

【责任编辑 周志红】