

球孢白僵菌对烟蚜茧蜂寄生行为的影响

李 涛^{1,2} 刘映红^{1*} 张永军²

(1. 西南大学重庆市昆虫学及害虫控制工程重点实验室, 重庆 400716;

2. 西南大学生物技术中心, 重庆 400716)

摘要: 室内评价了一株球孢白僵菌 Bb0062 对天敌昆虫烟蚜茧蜂寄生行为的影响。直接喷雾接菌进行生物测定, 结果表明, 球孢白僵菌对烟蚜茧蜂具有较高毒性, 随着接种剂量的增加, 致死中时 (LT_{50}) 缩短。利用烟蚜茧蜂寄生接菌和未接菌的桃蚜, 发现寄生蜂对健康桃蚜的寄生率为 52.54%, 明显高于对接菌桃蚜的寄生率 40.19%, 表明球孢白僵菌可通过侵染蚜虫间接影响寄生蜂的寄生行为。以喷雾接菌当天(0天)、1、3 和 5 天的寄生蜂寄生桃蚜, 寄生率分别比对照下降 21.0%、17.2%、33.3% 和 30.4%, 寄生时间分别比对照下降 35.9%、38.7%、53.1% 和 39.7%。由此表明, 球孢白僵菌对烟蚜茧蜂的寄生行为有不利影响。

关键词: 球孢白僵菌; 烟蚜茧蜂; 寄生行为; 桃蚜

Impacts of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) on parasitic behavior of *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae)

Li Tao^{1,2} Liu Yinghong^{1*} Zhang Yongjun²

(1. Chongqing Key Laboratory of Entomology & Insect Control Engineering, Southwest

University, Chongqing 400716, China; 2. Biotechnology Research Center,

Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Effects of a strain of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, Bb0062 on parasitic behavior of aphid parasitoid *Aphidius gifuensis* was evaluated in laboratory. The bioassay indicated that *B. bassiana* had high virulence on *A. gifuensis*, and LT_{50} s of the parasitoid shorted with increasing conidia doses sprayed. The aphid sprayed fungus or 0.05% Tween-80 was used to rear *A. gifuensis* and results showed that parasitic rate of the parasitoid to healthy aphid (52.54%) was significantly higher than that to aphid sprayed fungus (40.19%), which suggested that the fungus could influence the parasitic behavior of the parasitoid by infecting its host aphid. On 0, 1, 3, and 5 days after fungus exposure, the parasitic rate of *A. gifuensis* adults was decreased by 21.0%, 17.2%, 33.3% and 30.4%, and parasitic time of the parasitoid was shorted by 35.9%, 38.7%, 53.1% and 39.7% compared to the control, respectively. Based on these results, it suggested that *B. bassiana* has adverse effect on parasitic behavior of parasitoid *A. gifuensis*.

Key words: *Beauveria bassiana*; *Aphidius gifuensis*; parasitic behavior; *Myzus persicae*

昆虫病原真菌是一类通过菌丝穿透寄主体壁侵染昆虫的病原微生物, 对于防治刺吸式口器害虫, 如

蚜虫、叶蝉、飞虱等具有独到之处, 因此研究和开发针对刺吸式口器害虫的真菌制剂受到国内外的普遍

基金项目: 国家高技术研究发展计划“863”项目(2002AA245021), 国家自然科学基金(30471174, 30300235)

作者简介: 李涛, 男, 1983 年生, 硕士研究生, 从事农业昆虫与害虫防治, email: goodluck_litao@163.com

* 通讯作者 (Author for correspondence), email: yhliao@swu.edu.cn, Tel: 023-68251795

收稿日期: 2007-01-24

关注^[1-4]。美国 Mycotech 和 Eco-tek 公司、荷兰 Koppert 公司和墨西哥 Agrobionsa 公司以球孢白僵菌 *Beauveria bassiana*、蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii*、玫烟色拟青霉 *Paecilomyces fumosoroseus* 等昆虫病原真菌为主成功研制了用于防治飞虱、蚜虫和蓟马等刺吸式口器害虫的制剂^[5]；我国浙江大学研制的球孢白僵菌油乳剂防治茶小绿叶蝉也取得了成功^[6]。然而,尽管生防制剂对人畜和环境安全,但真菌制剂释放到环境中,对非靶标害虫如天敌昆虫的影响如何,尚不明确。作者以对桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 具有较高毒力的一株球孢白僵菌 Bb0062 为研究对象,评价其对蚜虫天敌烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* (Ashmead) 寄生行为的影响,为应用真菌制剂控制刺吸式口器害虫提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株

从重庆北碚西南大学甘蓝试验田菜青虫 *Pieris rapae* (L.) 感病虫尸中分离获得对桃蚜具有较高毒力的球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* Bb0062 菌株^[7],随后用沙土管法保存于西南大学生物技术中心。

1.1.2 供试昆虫

桃蚜以温室盆栽甘蓝幼苗饲养。试验前挑取约 30 头成蚜于新鲜甘蓝叶上,放入直径 120 mm 的培养皿内,叶柄用脱脂棉包裹进行保湿、保鲜,48 ~ 72 h 后移走成蚜,新生若蚜饲养 5 天后发育为成蚜用于试验。

在养虫箱(100 cm × 50 cm × 80 cm)内盆栽甘蓝饲养桃蚜,接入烟蚜茧蜂成蜂。烟蚜茧蜂在桃蚜上产卵、繁殖后,收集僵蚜并放入 1 000 mL 的烧杯中,用尼龙纱封口。逐日用吸虫器将刚羽化的成蜂转入 100 mL 的烧杯内,每杯约 30 头,用 60% (v/v) 蜜糖水饲养 24 h,让其自由交配。试验用蜂处于 24 ~ 48 h 龄期。

1.2 方法

1.2.1 分生孢子悬浮液的配制

将活化菌种接种于含有 1% (w/v) 酵母膏的萨氏培养基(SDAY, pH 6.5 ~ 7.0),在 (25 ± 0.5) °C、14 L:10 D 光照条件下培养产孢。轻轻刮取适量分生孢子于灭菌的 0.05% (v/v) Tween-80 中振荡分散,4 层擦镜纸过滤除去菌丝等碎片,滤液即为分生孢子悬浮液,用血球计数板计数并调整至适当浓度

作为接种体。

1.2.2 喷雾接菌

接菌桃蚜:将带有供试桃蚜的甘蓝叶片置于直径为 90 mm 的培养皿,把培养皿放在 Potter 喷雾塔 (Burkard Manufacturing Co. Ltd 产品) 下,蚜虫暴露在叶片上方喷雾接种 1 mL 0.05% (v/v) Tween-80 或浓度为 1×10^7 孢子/mL 的孢子悬浮液。接种后,将蚜虫转移到营养液保鲜的新鲜甘蓝叶片上以供寄生蜂寄生。

接菌寄生蜂:用吸虫器将烟蚜茧蜂若干放入培养皿内,皿上盖纱布以防其逃走,然后喷雾接种一定浓度的孢子悬浮液,方法同上。

接种在蚜虫或寄生蜂体表的孢子剂量(孢子/mm²)参照 Ye 等^[8]的盖玻片法计量。

1.2.3 烟蚜茧蜂的生物测定

喷雾接菌后用吸虫器将寄生蜂转移到广口瓶里并放在 (25 ± 0.5) °C、14 L:10 D 的人工气候室里继续饲养,每瓶 5 头。瓶内悬挂沾有 60% (v/v) 蜜糖水的棉球供成蜂取食,用湿润的滤纸保湿。逐日记录死亡蜂数,将死蜂移到滤纸上保湿培养,镜检确认有白僵菌长出的死蜂为有效致死。以喷雾 0.05% (v/v) Tween-80 处理为对照。重复 4 次,每处理 30 ~ 40 头寄生蜂。

1.2.4 烟蚜茧蜂寄生行为观察

在圆柱形透明笼罩(高 20 cm、直径 12 cm,笼底与笼顶用保鲜膜密闭)中部打两个孔,把两片分别带有 40 头接菌和未接菌桃蚜的叶片放入笼罩,叶柄从小孔伸出,用饱和营养液的脱脂棉裹紧叶柄以保持叶片新鲜。用吸虫器选取 1 头刚完成交配的烟蚜茧蜂接入笼罩让其在桃蚜上产卵。待接菌桃蚜一部分长出菌丝(接菌 4 天后),把蜂移走,逐日统计僵蚜数。通过解剖显微镜镜检,以确定感病桃蚜是否被烟蚜茧蜂寄生。试验重复 8 次。

对于喷雾接菌寄生蜂,在接菌后先用 60% (v/v) 蜜糖水分别饲喂 0、1、3 和 5 天(同生物测定方法),然后用吸虫器把烟蚜茧蜂雌蜂单独移到寄生装置,使其在 80 头桃蚜上产卵,记录寄生蜂的寄生时间(成蜂从寄生桃蚜到死亡的时间)和僵蚜数,重复 8 次,以喷雾 0.05% (v/v) Tween-80 的寄生蜂为对照。

1.2.5 数据分析

采用 Abbott 公式 $p = (p' - c) / (1 - c)$ (p' 为未校正死虫率, c 为对照组死虫率, p 为校正死虫率)计

算校正死亡率。用 Finney^[9] 概率分析法计算生物测定结果的毒力回归方程、LT₅₀ 和相关系数,百分率数据经反正弦转换后用成对样本 t 检验进行差异分析。

2 结果与分析

2.1 球孢白僵菌对烟蚜茧蜂的毒性

生物测定表明,直接喷雾接种球孢白僵菌 Bb0062 分生孢子,对烟蚜茧蜂具有较高毒性。随着

接种剂量的增加,毒性增强。如在 167、370 和 1900 孢子/mm² 剂量下,致死中时 LT₅₀ 由 175.39 h 缩短到 123.07 h;接种 7 天后的校正死亡率由 47.85% 增加到 81.12% (表 1)。

2.2 接菌桃蚜对烟蚜茧蜂寄生行为的影响

烟蚜茧蜂寄生结果显示,寄生蜂对未接菌桃蚜的寄生率 (52.54%) 显著高于接菌桃蚜的寄生率 (40.19%)。由此推测,烟蚜茧蜂更趋于寄生未接菌的桃蚜。

表 1 球孢白僵菌对烟蚜茧蜂的毒性
Table 1 The virulence of *Beauveria bassiana* against *Aphidius gifuensis*

浓度 (conidia/mm ²) Concentration	回归方程 Regression equation	相关系数 <i>r</i>	致死中时 (h) LT ₅₀	校正死亡率 (%) Emendation mortality after 7 d
167	$Y = -16.4393 + 9.5540X$	0.9848	175.39 ± 2.05	47.85
370	$Y = -14.3958 + 9.097X$	0.9912	135.55 ± 1.76	73.65
1900	$Y = -16.3779 + 16.228X$	0.9897	123.07 ± 1.87	81.12

2.3 烟蚜茧蜂不同带菌时间对寄生时间及寄生率的影响

分别将接菌剂量为 1900 孢子/mm² 和 0.05% (v/v) Tween-80 的烟蚜茧蜂用 60% 的蜜糖水饲喂 0、1、3 和 5 天后寄生桃蚜。结果表明,随着饲喂时间的延长,两处理的寄生蜂寄生率下降,寄生时间缩

短(表 2)。但接菌后的寄生蜂寄生率明显低于对照,寄生时间显著缩短。如饲喂 0、1、3 和 5 天后,喷雾接菌的寄生蜂寄生率分别比对照下降了 21.0%、17.2%、33.3% 和 30.4%,寄生时间分别比对照下降了 35.9%、38.7%、53.1% 和 39.7%。由此表明,球孢白僵菌对烟蚜茧蜂的寄生行为有不利影响。

表 2 不同带菌时间对烟蚜茧蜂寄生率及寄生时间的影响
Table 2 The effect of time after fungus exposure on parasite rate and time of *A. gifuensis*

带菌时间 (d) Time after fungus exposure	寄生率 Parasitic rate (%)		寄生时间 Time of parasite (d)	
	喷雾接菌 Fungus sprayed	对照 Control	喷雾接菌 Fungus sprayed	对照 Control
0	33.63 ± 2.47 b	45.56 ± 3.16 a	4.25 ± 0.25 b	6.63 ± 0.75 a
1	33.25 ± 2.20 b	40.15 ± 2.70 a	3.75 ± 0.25 b	6.12 ± 0.31 a
3	20.50 ± 2.22 b	30.72 ± 2.20 a	2.38 ± 0.32 b	5.07 ± 0.28 a
5	19.38 ± 2.38 b	27.85 ± 2.15 a	1.88 ± 0.30 b	3.12 ± 0.27 a

注:同一行数据(平均值 ± 标准误)标有不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。Note: Values (Mean ± SE) with different letters in the same row are of significant difference ($P < 0.05$).

3 讨论

研究和利用球孢白僵菌等昆虫病原真菌控制刺吸式口器害虫,近年来受到人们的普遍关注^[1-4]。但是,有关真菌制剂释放到田间,对生态系统影响的研究较少。Kim 等^[10]报道蜡蚧轮枝菌与天敌昆虫蚜茧蜂 *Aphidius colemani* 对控制蚜虫存在拮抗作用。本研究亦发现,球孢白僵菌在室内不仅可直接侵染

蚜虫天敌烟蚜茧蜂,还可通过侵染桃蚜间接影响寄生蜂的寄生行为,表明球孢白僵菌与天敌昆虫烟蚜茧蜂在控制蚜虫过程中亦存在拮抗效应。然而,在复杂的田间生态环境下,球孢白僵菌是否影响烟蚜茧蜂的寄生行为和田间生态系统,尚需进一步研究。在自然界,寄主和天敌昆虫存在着各种复杂的信息交换。如桃蚜的信息化合物 (semiochemicals) 对寄生蜂行为具有重要的诱导作用^[11-12]。本研究

发现,烟蚜茧蜂对接种球孢白僵菌的桃蚜寄生率明显低于未接菌桃蚜的寄生率,即寄生蜂对接菌桃蚜具有一定的驱避作用。原因可能有以下几方面:(1)烟蚜茧蜂对球孢白僵菌存在一种驱避作用,不易寄生带菌桃蚜;(2)球孢白僵菌和寄生蜂对寄主桃蚜可能存在营养竞争关系,从而导致寄生率下降;(3)菌寄生改变了桃蚜的生理状态,干扰了其对寄生蜂的引诱作用。深入阐明上述问题,对协调利用真菌制剂和寄生蜂等天敌昆虫控制蚜虫危害具有重要的指导作用。

参 考 文 献(References)

- 1 Milner R J. Prospects for biopesticides for aphid control. *Entomophaga*, 1997, 42(1/2): 227–239
- 2 Faria M, Wraight S P. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop Protection*, 2001, 20(9): 767–778
- 3 Feng M G, Johnson J B. Relative virulence of six isolates of *Beauveria bassiana* on *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 1990, 19(3): 785–790
- 4 Wraight S P, Carruthers R I, Bradley C A, et al. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 1998, 71(3): 217–226
- 5 Wraight S P, Jackson M A, de Kock S L. Production, stabilization, and formulation of fungal biocontrol agents//Butt T, Jacson C, Magan N. *Fungi as Biocontrol Agents-Progress, Problems and Potential*. Wallingford, UK: CAB International Press, 2001: 253–287
- 6 濮小英,冯明光. 两种杀虫真菌制剂对茶小绿叶蝉的田间防效评价. *应用生态学报*, 2004, 15(4): 619–622
- 7 张永军,金凯,罗志兵,等. 转基因球孢白僵菌发酵产物对野生菌株的增效作用. *植物保护学报*, 2006, 33(3): 246–250
- 8 Ye S D, Dun Y H, Feng M G. Time and concentration dependent interactions of *Beauveria bassiana* with sublethal rates of imidacloprid against the aphid pests *Macrosiphoniella sanborni* and *Myzus persicae*. *Annals of Applied Biology*, 2005, 146(4): 459–468
- 9 Finney D J. *Probit analysis*. 3rd ed. London: Cambridge University Press, 1973
- 10 Kim J J, Kim K C, Roberts D W. Impact of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* on development of an aphid parasitoid, *Aphidius colemani*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2005, 88(3): 254–256
- 11 Nordlund D A. Semiochemicals: a review of the terminology//Nordlund D A, Jones R L, Lewis W J. *Semiochemicals: Their Role in Pest Control*. John Wiley & Sons, New York, 1981: 13–28
- 12 Waage J K. Foraging for patchily-distributed hosts by the parasitoid, *Nemeritis canescens*. *Journal of Animal Ecology*, 1979, 48(2): 353–371