

温度对黄腹潜蝇茧蜂功能反应的影响^{*}

徐 鹏 尹承山 余 虹 陈学新^{**}

(浙江大学昆虫科学研究所 杭州 310029)

Influence of temperature on functional response of *Opius caricivora* to larvae of *Liriomyza sativae*. XU Peng, YIN Cheng-Shan, YU Hong, CHEN Xue-Xin^{**} (*Institute of Insect Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China*)

Abstract The functional response of *Opius caricivora* Fischer (Hymenoptera: Braconidae) to the density increase of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) larvae was examined at the different temperatures (17, 21, 25, 29 and 33°C). The results showed that the functional response could be described very well by the disc equation of Holling type II at all tested temperatures. The parameters of functional response differed significantly at the different temperatures: the rates of successful attack at 33°C was significantly higher than those at 17~29°C, the handling time at 17°C and 33°C were longer than those at 21, 25, 29°C with that at 25°C the shortest. The percentage of host parasitized at 25°C was the highest at the same density of host larvae.

Key words *Opius caricivora*, *Liriomyza sativae*, functional response, temperature

摘 要 在 17, 21, 25, 29 和 33°C 下测定了黄腹潜蝇茧蜂 *Opius caricivora* Fischer 对美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 的功能反应。结果表明, 在 17~33°C 范围内的各个温度下的功能反应均能用 Holling II 型圆盘方程较好地拟合。各温度下的功能反应参数存在着显著差异, 33°C 下的瞬时攻击率比 17~29°C 下的显著地高, 而 17°C 低温和 33°C 高温下的处置时间比 21, 25 和 29°C 的显著延长, 25°C 下的处理时间最短, 相同寄主密度下寄生率在 25°C 达到最高。

关键词 黄腹潜蝇茧蜂, 美洲斑潜蝇, 功能反应, 温度

美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard, 是危害蔬菜及观赏植物的重要多食性害虫^[1, 2], 在我国自 1994 年首次发现以来已严重影响田间蔬菜的生产^[2, 3]。寄生蜂是美洲斑潜蝇的主要天敌, 在自然生态系统和农药使用较少的环境中, 对美洲斑潜蝇具有重要的控制作用^[2, 4, 5]。

黄腹潜蝇茧蜂 *Opius caricivora* Fischer 是美洲斑潜蝇的一种幼虫—蛹期的跨期内寄生蜂, 是我国东南地区的优势种^[6]。作者已对黄腹潜蝇茧蜂成虫的部分生物学特性、寄生因子的特性及其对寄主的生理效应进行了研究^[7, 8], 但该蜂对美洲斑潜蝇的控制作用的定量评估至今研究得很少。本研究在室内不同的温度条件下测定了该蜂寄生寄主的数量随寄主密度的变化情况, 旨在定量研究温度和寄主密度对该蜂寄生能力的影响, 并为利用该蜂进行生物防治提

供进一步的理论依据。

1 材料与方法

1.1 寄主植物

从杭州市种子公司购买天虹 81-6 矮生菜豆种子, 千粒重约为 370 g, 在人工气候室内或温室中盆栽。用两片子叶完全展开的豆苗作为美洲斑潜蝇的寄主植物。

1.2 供试昆虫

美洲斑潜蝇采自杭州市景芳小区菜地的白菜, 并从采回的美洲斑潜蝇蛹培育得到黄腹潜

^{*} 浙江省自然科学基金项目 (Y304382) 和教育部“新世纪优秀人才支持计划” (NCET-04-0521)。

^{**} 通讯作者, E-mail: xxchen@zju.edu.cn

收稿日期: 2006-02-06, 修回日期: 2006-03-20, 2006-04-06 再修回

蝇茧蜂。供试昆虫在控温、控光、控湿 (25 ± 1 °C, 14L :10D, 75% ± 5% RH) 的人工气候室内饲养。试验前, 羽化出的黄腹潜蝇茧蜂在养蜂盒内集中饲养, 并提供 10% 左右的蜜水, 饲养 2 ~ 4 d 后备用。

1.3 试验设计

设 17, 21, 25, 29 °C 和 33 °C 5 个温度, 每温度下设置 5, 15, 30, 40 和 60 头/叶美洲斑潜蝇 2 ~ 3 龄幼虫 5 个密度, 各处理设重复 8 ~ 10 次, 将透明的圆柱形餐巾纸塑料容器 (直径 12 cm, 高 11 cm) 加工成小养虫笼。虫笼上部圆孔 (直径 5.5 cm) 贴上 100 目的纱网, 底部为可开启的圆盖, 盖中央为一圆孔 (直径为 2.5 cm), 将含有不同美洲斑潜蝇 (2 ~ 3 龄幼虫) 密度的高 15 ~ 20 cm 的菜豆苗置于虫笼内使苗茎穿过盖孔并用海绵带固定, 再将虫笼放置在盛有少量清水的与虫笼大小相当的玻璃罐头瓶上, 使豆苗根部插入瓶内清水中吸收水分, 然后引入羽化 2 ~ 4 d 且交配过的健壮雌蜂 1 头, 移到设定温度下, 雌蜂在光照强度 1 500 Lux 条件下产卵寄生 24 h 后被移除, 随即在解剖镜下解剖美洲斑潜蝇的幼虫或蛹, 观察寄主被寄生情况, 记录寄生数时将寄主没有被寄生的重复剔除。

1.4 数据处理

将记录的黄腹潜蝇茧蜂功能反应的数据在计算机上用线形最小二乘法拟合 Holling II 型圆盘方程 $N_a = aT_i N_0 / (1 + aT_h N_0)$, 式中 N_a 为被寄生的寄主头数, a 为寄生蜂的瞬时攻击率, N_0 为寄主密度, T_i 为寄主和寄生蜂在一起的时间 (24 h), T_h 为寄生蜂处理 1 头寄主所要花费的时间。用相关性系数 r^2 检验判断各方程的拟合精度。根据所得的模拟方程可以计算出各温度、不同密度下的瞬时攻击率 a 和处理时间 T_h 。各项显著性检验皆在计算机上用 STATISTACA 软件处理得到。

2 结果与分析

黄腹潜蝇茧蜂在不同温度、寄主密度下寄生寄主数量的试验值见表 1。从表中可看出, 在 17 ~ 33 °C 范围内的各个温度下, 黄腹潜蝇茧蜂对美洲斑潜蝇的寄生头数均随着寄主密度的增加而增加; 在 17 ~ 25 °C 范围内, 同一寄主密度下的寄生头数随温度的升高而增加, 但 25 ~ 33 °C 范围内, 同一寄主密度下寄生头数随温度的升高而减少, 即在 25 °C 时, 各个寄主密度下寄生头数达到最高。

表 1 黄腹潜蝇茧蜂在不同温度下对不同密度美洲斑潜蝇幼虫的寄生数 (mean ± SD)

温度 (°C)	寄主密度 (头)				
	5	15	30	40	60
17	4.40 ± 0.55	8.75 ± 1.64	11.00 ± 1.58	11.60 ± 1.81	11.33 ± 1.95
21	5.00 ± 0.00	13.00 ± 2.00	18.80 ± 2.17	20.40 ± 2.61	24.33 ± 1.52
25	5.00 ± 0.00	15.00 ± 0.00	24.00 ± 1.58	22.60 ± 1.34	24.00 ± 2.35
29	5.00 ± 0.00	14.4 ± 1.52	17.60 ± 1.52	18.00 ± 1.87	21.00 ± 2.35
33	4.75 ± 0.45	9.60 ± 0.89	9.67 ± 0.84	9.75 ± 1.30	10.50 ± 1.14

表 2 不同温度下黄腹潜蝇茧蜂功能反应模拟方程及参数 *

温度 (°C)	拟合方程	$a \pm SE$	$T_h \pm SE$	r^2
17	$N_a = 1.3006N_0 / (1 + 0.0891N_0)$	0.0542 ± 0.0023 a	1.6523 ± 0.1132 a	0.9593
21	$N_a = 1.2058N_0 / (1 + 0.0321N_0)$	0.0502 ± 0.0022 a	0.6570 ± 0.1093 b	0.9558
25	$N_a = 1.2342N_0 / (1 + 0.0275N_0)$	0.0514 ± 0.0047 a	0.5754 ± 0.2197 b	0.8025
29	$N_a = 1.2967N_0 / (1 + 0.0413N_0)$	0.0540 ± 0.0064 a	0.7966 ± 0.2412 b	0.7378
33	$N_a = 1.5544N_0 / (1 + 0.1229N_0)$	0.0648 ± 0.0063 b	1.9012 ± 0.2452 a	0.7774

* 数据后有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$) (Duncan's 新复极差法)。

由表 2 可以看出, 17 ~ 29 °C 范围内的瞬时 功击率 (a) 并无显著差异, 但 33 °C 高温下的瞬

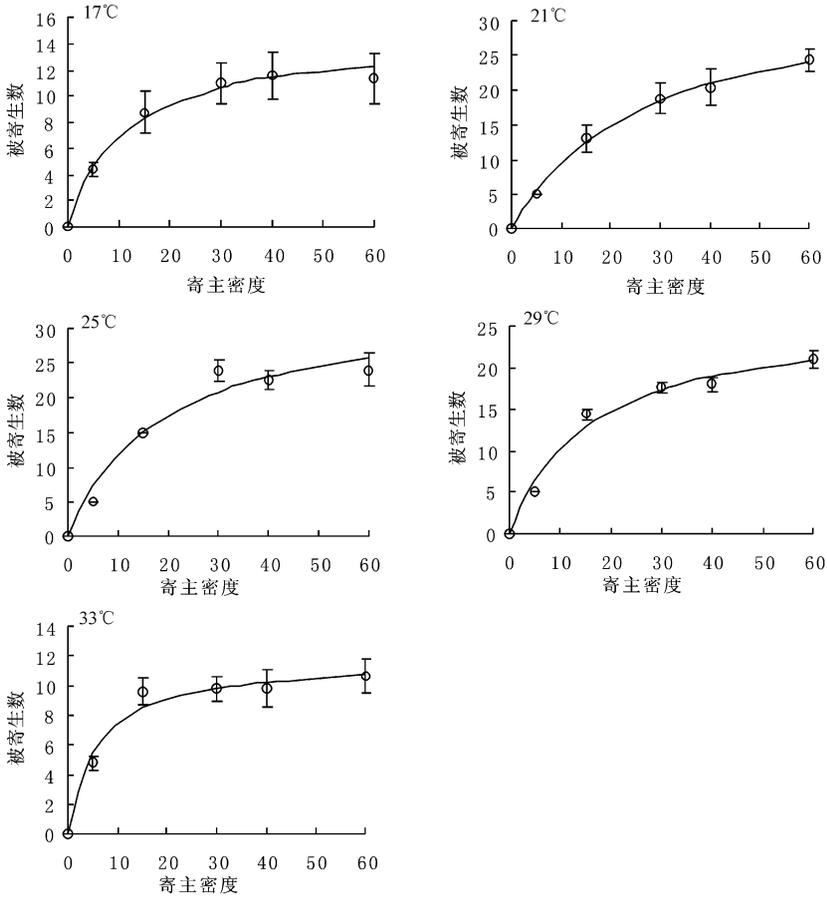


图 1 黄腹潜蝇茧蜂在不同温度下对美洲斑潜蝇幼虫的功能反应

时功击率比17~29℃的显著地高;在低温17℃和高温33℃下的处置时间(T_a)无显著差异,但比中间温度21~29℃下显著延长,而21,25,29℃下的处置时间并无显著差异。25℃下的处理时间达到最短;高温33℃下的瞬时攻击率和处置时间都达到最大值,与其它温度下的对应值相比差异显著。在17~33℃下,黄腹潜蝇茧蜂对美洲斑潜蝇的功能反应符合Holling II型反应(图1),为负加速曲线,功能反应见表2,在17℃和21℃下拟合最好,25℃下次之,29℃和33℃稍差(图1)。

在各个温度下,虽然黄腹潜蝇茧蜂对寄生数随寄主密度的增大而增大(表1),但寄生率与寄主密度呈负相关(表3);当寄主密度 ≥ 30 头/叶时,寄生头数达到最大,且各密度下(30,

40,60头/叶)寄生头数变幅小。在各个寄主密度下,25℃时的寄生率高于其他温度下的寄生率,温度 ≤ 25 ℃时,寄生率随温度升高而升高,温度 ≥ 25 ℃时,寄生率随温度升高而降低,这与寄主被寄生头数的变化相一致。

3 结论与讨论

尹承山等的研究表明,黄腹潜蝇茧蜂雌蜂在2~7日龄时达到产卵高峰^[7]。因此我们在实验过程中采用2~4日龄雌蜂作为研究对象。通过我们的实验,得到如下结论并作了一些相关比较。

3.1 温度和寄主密度是影响黄腹潜蝇茧蜂寄生效应的2个重要因素。在17~33℃范围内,黄腹潜蝇茧蜂对美洲斑潜蝇的功能反应均符合

Holling II 型圆盘方程, 这与美洲斑潜蝇的另一种寄生蜂—甘蓝潜蝇茧蜂 *Opius dimidiatus* Ashmead 以及南美斑潜蝇 *L. huidobrensis* (Blanchard) 的一种寄生蜂—黄色潜蝇茧蜂 *Opius flavus* Weng *et* Chen 的功能反应类型相

似^[9, 10]。黄腹潜蝇茧蜂为斑潜蝇的单寄生蜂, 但在我们的实验中发现该蜂存在过寄生现象, 这与尹承山等^[7]的观察相一致, 表明寄主密度可能是引起该蜂过寄生现象的原因之一, 这一点祝增荣等^[11]也曾提到。

表 3 在不同温度下黄腹潜蝇茧蜂对不同密度美洲斑潜蝇幼虫的寄生率(%)

温度(°C)	寄主密度(头)				
	5	15	30	40	60
17	80.0±11.0	58.3±11.0	36.7±5.3	28.3±4.5	19.3±3.2
21	100.0±0.0	86.7±13.3	62.7±7.2	51.0±6.5	40.6±2.5
25	100.0±0.0	100.0±0.0	80.0±5.3	56.5±3.4	43.7±3.9
29	100.0±0.0	96.00±10.1	58.7±5.1	45.0±4.7	35.0±3.9
33	95.0±8.9	64.0±6.0	32.2±2.8	24.38±3.3	17.5±1.9

3.2 黄腹潜蝇茧蜂在 33 °C 时的瞬时攻击率比 21 ~ 29 °C 处理时的显著提高, 但 21 ~ 29 °C 处理时的瞬时攻击率无显著差异。这与 Flinn^[12] 和蒋杰贤等^[13] 的研究结果(瞬时攻击率随温度的增高而增高)明显不同, 这可能是因为因为在一定温度范围内, 温度对黄腹潜蝇茧蜂活动影响不大, 而高温状态能使其活动更加频繁所致。

3.3 处置时间(T_h) 在 17 和 33 °C 时无显著差异, 但比 21 ~ 29 °C 范围下的处理时间显著地长。这与施祖华等^[14] 和蒋杰贤等^[13] 的处理时间随温度的增高而减小也明显不同, 这可能是因为因为在一定的温度范围内适宜黄腹潜蝇茧蜂的产卵而在低温和高温状态能严重削弱蜂的产卵活性引起。当温度为 25 °C 时, 黄腹潜蝇茧蜂的寄生率达到最大, 处置时间最小, 表明 25 °C 最适宜该蜂的产卵寄生。

3.4 田间利用黄腹潜蝇茧蜂进行生物防治还需进一步研究。我们通过室内测定不同温度和寄主密度对黄腹潜蝇茧蜂功能反应的影响为田间进一步利用该蜂进行生物防治提供了一定的理论指导, 但室内功能反应及自然条件下寄生蜂对寄主的控制作用受多种因素的影响^[15-18], 利用该蜂进行生物防治还需许多相关研究。

参 考 文 献

1 Spencer K. A. *Ser. Entomol.*, 1973, 9: 1~418.

2 康乐. 斑潜蝇的生态学持续控制. 北京: 科学出版社, 1996. 1~203.
 3 问锦曾, 王音, 雷仲仁. 昆虫分类学报, 1996, 18 (4): 311~312.
 4 Johnson M. W., Oatman E. R., Wyman J. A. *Entomophaga*, 1980, 25(2): 193~198.
 5 Parella M. P. *Ann. Rev. Entomol.*, 1987, 32: 204~224.
 6 Chen X. X., Lang F. Y., Xu Z. H., He J. H., Ma Y. *Bio Control*, 2003, 48(5): 515~527.
 7 尹承山, 陈学新, 郎法勇, 何俊华. 昆虫学报, 2003, 46 (4): 505~511.
 8 万志伟, 陈学新, 余虹, 何俊华. 昆虫学报, 2005, 48 (5): 660~666.
 9 吴启松, 曾玲, 梁广文. 华南农业大学学报, 2002, 23 (3): 40~42.
 10 高连喜, 季清娥, 黄居昌, 陈家骅. 华东昆虫学报, 2004, 13 (2): 31~35.
 11 祝增荣, 程家安, 陈 . 昆虫天敌 1990 2 (2): 51~55.
 12 Flinn P. W. J. *Stor. Prod. Res.*, 2002, 38 (2): 185~189.
 13 蒋杰贤, 唐昌林, 王奎武, 游兰韶. 上海交通大学学报 (农业科学版), 2002, 20 (1): 69~72.
 14 施祖华, 刘树生. 应用生态学报, 1999, 10 (3): 332~334.
 15 Hendrickson R. M., Jr., Bath S. E., Ertle L. R. J. *Econ. Entomol.*, 1987, 80(2): 537~539.
 16 Coll M., Bottrell G. D. *Ecol. Entomol.*, 1996, 21(2): 141~149.
 17 涂小云, 王国红. 昆虫知识, 2005, 42(3): 305~307.
 18 吴坤君, 盛承发, 龚佩瑜. 昆虫知识, 2004, 41(3): 267~269.