拟小食螨瓢虫捕食六点始叶螨的初步观察*

张方平** 韩冬银 张敬宝 符悦冠***

(中国热带农业科学院环境与植物保护研究所 农业部热带农林有害生物入侵与控制重点开放实验室
海南省热带农业有害生物检测监控重点实验室 海南省热带作物病虫害
生物防治工程技术研究中心 儋州 571737)

Predation of *Stethorus parapauperculus* on *Eotetranychus sexmaculatus*. ZHANG Fang-Ping**, HAN Dong-Yin, ZHANG Jing-Bao, FU Yue-Guan***(*Environment and Plant Protection Institute, CATAS; Key Laboratory of Monitoring and Control of Tropical Agricultural and Forest Invasive Alien pests, Ministry of Agriculture, The People's Republic of China; Key Laboratory of Pests Detection and Control for Tropical Agriculture, Hainan Engineering Research Center for Biological Control of Tropical Crops Diseases and Insect Pest*, Danzhou 571737, China)

Abstract Predatory behavior of the lady beetle *Stethorus parapauperculus* Pang on *Eotetranychus sexmaculatus* (Riley) was investigated under laboratory conditions. The mean development time of *S. parapauperculus* feeding on *E. sexmaculatus* was 23.6 d. 1st – 4th instar *S. parapauperculus* larvae can prey on 9.5, 14.5, 19.5, 64.2 adult spider mites respectively, while adults can prey on 880.4 spider mites. The functional response of the adult lady beetle to *E. sexmaculatus* fitted the Holling model $Na = 1.3843N/(1 + 0.0231N)$, and a $\chi 2$ test confirmed that the theoretical value calculated by the fitted Holling disc equation conformed well with observed values. The functional response of adult *S. parapauperculus* to their own density fitted the Watt model; $E = 0.4690P^{-0.5470}$.

Key words *Eotetranychus sexmaculatus*, *Stethorus parapauperculus*, functional responses, interference effect

摘 要 在室内以六点始叶螨 *Eotetranychus sexmaculatus* (Riley)为猎物观察了拟小食螨瓢虫 *Stethorus parapauperculus* Pang 的发育历期、捕食量、捕食作用及干扰效应。研究结果表明:拟小食螨瓢虫取食六点始叶螨时完成一个世代需 23.2 d,幼虫 1 ~ 4 龄的捕食量分别为 9.5、14.5、19.5、64.2 头六点始叶螨成螨;成虫期对六点始叶螨成螨的捕食量高达 880.4 头,拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的捕食作用符合 Holling Ⅱ 方程,拟合的模型方程为 $Na = 1.3843\ N/(1 + 0.0231N)$,日均最大捕食量为 43.29 头;拟小食螨瓢虫的捕食率与个体间的干扰效应用 Hassell-Varley(1959)模型拟合为 $E = 0.4690P^{-0.5470}$。

关键词 六点始叶螨,拟小食螨瓢虫,功能反应,干扰效应

六点始叶螨 *Eotetranychus sexmaculatus* (Riley)为害柑橘、橡胶树、油桐等经济作物[1]。橡胶树被害后叶片呈现黄色斑块,严重时可导致叶子变黄脱落,影响橡胶产量。近年来六点始叶螨在海南、云南、广东等橡胶种植区严重发生,对橡胶生产造成严重损失[2,3]。拟小食螨瓢虫 *Stethorus parapauperculus* Pang 是许多叶螨的重要捕食性天敌,广泛分布于海南、广东和云南等地[4,5]。拟小食螨瓢虫在海南的香蕉、芒果、荔枝、木薯、橡胶、木瓜等热带作物及果树上常年存在[6],据笔者田间调查,该虫是捕食皮氏叶螨 *Tetranychus piercei* Mcgregor、朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)、六点始叶螨等叶螨的重要天敌之一。

由于拟小食螨瓢虫的重要性,已有研究者

* 资助项目:国家支撑计划(2007BAD48B00 – 003)、海南省基金(309050)。

** E-mail: fangpingz97@163.com

*** 通讯作者,E-mail:fygcatas@163.com

收稿日期:2010-03-08,修回日期:2010-03-24

以二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch、朱砂叶螨、柑桔全爪螨 *Panonychus citri* (Mcgregor)、皮氏叶螨为猎物对拟小食螨瓢虫进行过研究,对取食以上几种叶螨后的发育及其控制作用有了大致了解[6~10]。但至今尚未有该虫对六点始叶螨的相关研究报道。为了解拟小食螨瓢虫发育受六点始叶螨的影响及其对该螨的控制效果,本实验观察了拟小食螨瓢以六点始叶螨为食物的发育历期,并就该虫对六点始叶螨的控制能力进行初步观察,以期为进一步研究利用拟小食螨瓢虫防治六点始叶螨提供参考。

1　材料与方法

1.1　供试材料

拟小食螨瓢虫:以香蕉为植物寄主,以皮氏叶螨为食料在室内繁殖供试验所需。

供试寄主植物:橡胶。

1.2　试验方法

1.2.1　发育历期及捕食量观察　选取已老化的健康橡胶叶置于直径为 15 cm 的培养皿内,用湿棉条保湿,将六点始叶螨挑到上述准备的橡胶叶上,然后每皿挑入产卵期的拟小食螨瓢虫成虫 3 ~ 5 头,在室温 24 ~ 28℃ 条件下任其产卵 8 h,而后去除瓢虫成虫。观察记录卵的孵化情况。卵孵化后,将初孵幼虫挑至培养皿内的新鲜橡胶叶片上,供以充足的六点始叶螨成螨(60 头)进行单头饲养,每天观察 2 次拟小食螨瓢幼虫、蛹的发育及各龄虫的捕食等情况。观察起始卵数为 40 粒。

1.2.2　拟小食螨瓢虫成虫的捕食量　在按 1.2.1 准备的培养皿内挑入六点始叶螨成螨,50 头/皿,再向其中接入经禁食 24 h 的拟小食螨瓢虫雌成虫 1 头,每天镜检 3 次以剔除雌成螨产的卵,每 24 h 观察并记录被捕食的成螨数,并将成螨数量补充至 50 头。共观察 10 头拟小食螨瓢虫同日龄的成虫,连续观察至成虫死亡。

1.2.3　拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的捕食作用　在按 1.2.1 准备的培养皿内接入六点始叶螨成螨,六点始叶螨成螨的密度设置为 20、30、40、50、60 头/皿。每皿引入 1 头拟小食螨雌性瓢虫。实验在温度为(28 ± 1)℃,RH 为 80%,光照 12 h 的人工气候箱内进行。24 h 后观察记载各培养皿中剩余的六点始叶螨数量和自然死亡叶螨头数。试验重复 5 次。

1.2.4　自身密度的影响试验　设 4 个拟小食螨瓢虫密度处理,每个皿内分别设 1、2、3、4 头雌性瓢虫和 50 头六点始叶螨成虫,实验在温度为(28 ± 1)℃,RH 为 80%,光照 12 h 的人工气候箱内进行。24 h 后观察记载各培养皿中剩余的螨量和自然死亡的六点始叶螨头数。试验重复 5 次。

1.3　数据分析

1.3.1　功能反应　所得数据采用 Holling Ⅱ型功能反应方程,即圆盘方程 $Na = \alpha T_t N/(1 + \alpha T_h N)$[11]。式中 Na 为被捕食的猎物数,N 为猎物密度,T_t 为试验的持续时间(本文为 1 d),T_h 为捕食 1 头猎物所花的时间(即平均处理时间),α 为瞬间攻击率或寻找效率。

1.3.2　干扰效应　将研究数据采用 Hassell 模型方程对干扰反应进行拟合,其方程为:$E = QP^{-m}$[12]。式中 E 为寻找效应,P 为捕食者(寄生物)的密度,Q 为寻找参数,m 为干扰参数。将上式模型转化为直线式:$\lg E = \lg Q - m\lg P$,利用 E、P 的拟合计算 m 和 Q 的值,进而得出方程式。

2　结果与分析

2.1　发育历期

由表 1 可见:拟小食螨瓢虫取食六点始叶螨的发育快,其世代发育历期为 23.2 d,其中卵期 4.4 d,幼虫期 6.5 d(1 龄幼虫和 4 龄幼虫期长且相接近,分别为 2.2、2.1 d;2、3 龄短,分别为 1.2、1.0 d),预蛹期 0.5 d,蛹期 3.5 d,成虫产卵前期 8.1 d。

2.2　拟小食螨瓢虫的捕食量

2.2.1　拟小食螨瓢虫幼虫的捕食量　图 1 为拟小食螨瓢虫各龄期幼虫对六点始叶螨的捕食量。由图 1 可见,1 ~ 3 龄的拟小食螨瓢虫对六点始叶螨成螨的捕食量随龄期的增长而呈缓慢增长,分别为 9.5、14.5、19.5 头,而 4 龄瓢虫的捕

表 1 拟小食螨瓢虫取食六点始叶螨的发育历期(d)

瓢虫虫态(期)	卵期	1 龄	2 龄	3 龄	4 龄	预蛹期	蛹期	产卵前期	世代历期
发育历期平均值	4.4 ± 0.5	2.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.0 ± 0.1	2.1 ± 0.3	0.5 ± 0.1	3.5 ± 0.4	8.1 ± 0.7	23.2 ± 0.5
各龄发育历期范围	3.5 ~ 5.5	2 ~ 2.5	1 ~ 1.5	1 ~ 1.5	1.5 ~ 3	0.5 ~ 1	2.5 ~ 4.5	7 ~ 10	22 ~ 25

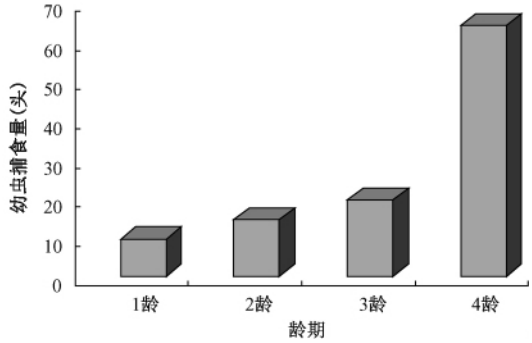

图 1 拟小食螨瓢虫各龄幼虫对六点始叶螨的捕食量

食量增长快,高达 64.2 头,明显高于其它龄期。

2.2.2 拟小食螨瓢虫对六点始叶螨成螨的捕食量 拟小食螨瓢虫成虫对六点始叶螨捕食量大,整个成虫期(成虫寿命 27 ~ 75 d,平均 40.3 d)可取食 880.4 头六点始叶螨成螨。日均捕食量总体随成虫寿命的增加而降低,在成虫期前 12 天日均捕食成螨 30 头以上,而在成虫期前 25 天日均捕食成螨量在 20 头以上。成虫期在 25 ~ 36 d 期间日均捕食量下降的速度快,而 36 ~ 66 d 期间日均捕食量相对稳定,然后又呈急剧下降趋势(图 2)。

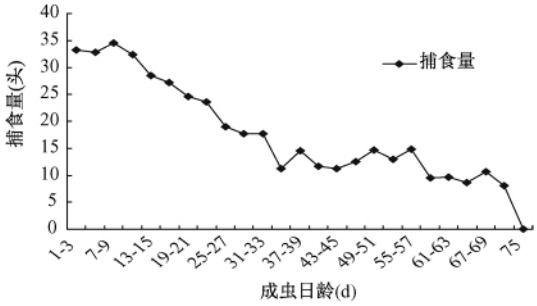

图 2 拟小食螨瓢虫雌成虫对六点始叶螨成螨的逐日捕食量

2.3 拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的捕食作用

功能反应是每个捕食者如何随猎物的密度而变化的一种反应。拟小食螨瓢虫对不同密度下的六点始叶螨成螨的日捕食量见表 2。由表 2 可见拟小食螨瓢虫在室温 25 ~ 28℃下的功能反应呈 HollingⅡ型功能模型,对六点始叶螨的捕食数量随猎物密度的增大而增加,但当猎物密度达到一定数量后,增长速度趋于缓和。

表 2 拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的捕食量(头)

猎物密度(头)	平均被捕食数量(头)	理论值
20	18.4	21.08
30	26.0	24.44
40	30.4	27.8
50	32.0	31.16
60	32.2	34.52

由 $1/Na$ 与 $1/N$ 的相关系数可见拟小食螨瓢虫的捕食数量与六点始叶螨密度相关显著,卡方检验表明理论值与实际值相吻合,HollingⅡ型功能模型能较好反应拟小食螨瓢虫在26 ~ 28℃条件下对六点始叶螨的捕食作用。拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的功能反应及相关方程见表 3。

2.4 拟小食螨瓢虫的寻找效应

捕食性天敌在捕食过程中对猎物攻击的效率高低可用寻找效应来表示,用公式描述为 $E = Na/N \cdot P$ 表示,其中 E 为寻找效应(即捕食作用率),Na 为被捕食猎物数,N 为猎物密度,P 为天敌密度。

根据以上公式,计算拟小食螨瓢虫的寻找效应,见表 4。

利用表中的数据拟合数学模型,得到:

$$\log E = -0.3288 - 0.54701 \log P$$

可知 $Q = 0.4690$,$m = 0.5470$。因此,可得到拟小食螨瓢虫与六点始叶螨成螨寻找效应的数学模型:$E = 0.4690P^{-0.5470}$

将以上数学模型所得到的寻找效应与寄生物密度的理论值与观察值绘制成图 3。

从图 3 中可看出理论值和观察值很接近,说明模型可反应出拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的寻找效应。拟小食螨瓢虫的寻找效应随自身密度的增加而降低,说明在捕食过程中,种群的

表 3　拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的功能反应

功能反应线性方程	相关系数(r)	功能反应圆盘方程	卡方	瞬间攻击率(α)	处置时间(Th)	α/Th	捕食上限
$1/Na = 0.7224/N + 0.0167$	0.9877	$Na = 1.3843N/(1 + 0.0.0231N)$	0.0018	1.3843	0.0231	59.93	43.29

不同个体之间存在着相互干扰现象。

表 4　拟小食螨瓢虫对六点始叶螨的寻找效应

猎物密度	1	2	3	4
寄生数量(头)	22.8	34.8	36.4	44.2
寻找效应 E	0.4560	0.3480	0.2427	0.2210

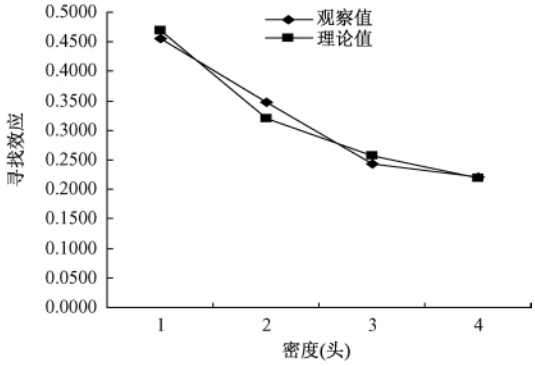

图 3　拟小食螨瓢虫自身密度与寻找效应的关系

3　结论与讨论

食螨瓢虫是叶螨的一类重要天敌,在海南分布的食螨瓢虫有 5 种[13],其中拟小食螨瓢虫是海南香蕉、荔枝、龙眼等果园及橡胶园内的优势天敌种群,它的发育历期短、产卵量多、捕食量大,是防治皮氏叶螨、朱砂叶螨、桔全爪螨等叶螨的重要天敌昆虫[6,9,10]。

在本研究中发现,拟小食螨瓢虫取食六点始叶螨发育快,完成一个世代需 23.2 d,其世代发育历期比取食二点叶螨快[8]。幼虫期的捕食量在 4 龄期增加幅度较大,是 3 龄期的 3.3 倍;雌虫整个成虫期对六点始叶螨的捕食量高达 880.4 头,最大日捕食量(43.29 头)与捕食柑桔全爪螨(46.6 头)相接近[10]。对六点始叶螨的捕食作用可以用圆盘方程进行拟合,其瞬间攻击率(1.3843)明显大于捕食皮氏叶螨(0.5899)和柑桔全爪螨(1.093)[6,10]。说明拟小食螨瓢虫不仅是一种可用于防治皮氏叶螨、朱砂叶螨、柑桔全爪螨等叶螨的天敌昆虫,也是一种可以应用于防治六点始叶螨的生防资源。

本研究是在室内进行,捕食功能及干扰效试验为 5 次重复,其重复数相对较少,其捕食作用与自然情况下可能存在差异;另外,本试验仅以六点始叶螨成螨为猎物进行研究,以六点始叶螨幼螨和卵的研究有待于进一步开展。

参　考　文　献

1　王慧芙. 中国经济昆虫志: 蜱螨目—叶螨总科. 北京:科学出版社, 1981. 95 ~ 96.

2　王树明,陈鸿洁,白建相,等. 三种热雾剂防治橡胶六点始叶螨试验. 热带农业科技,2007,**30**(3):5 ~ 6.

3　王树明,陈鸿洁,白建相,等. 河口地区橡胶树六点始叶螨发生规律初步观察热带农业科技, 热带农业科技,2007,**30**(1):5 ~ 7.

4　庞雄飞. 广东拱颈瓢虫属新种记述. 动物分类学报,1966,**3**(1):76 ~ 81.

5　庞雄飞, 毛金龙. 中国经济昆虫志: 瓢虫科(二). 北京:科学出版社. 1979.

6　符悦冠,耿昭良,张方平,等. 温度对拟小食螨瓢虫捕食皮氏叶螨成螨的功能反应. 生态学杂志,2007,**26**(19):1 397 ~ 1 401.

7　林延谋,杨光融. 胶树六点始叶螨的发生规律及防治研究. 热带作物学报,1985,**6**(2): 111 ~ 118.

8　林延谋, 陈佩珍. 拟小食螨瓢虫生物学特性初步观察. 昆虫天敌, 1984, **6**(3):126 ~ 128.

9　程立生, 刘君成, 宋国敏. 拟小食螨瓢虫成虫对朱砂叶螨捕食作用的研究. 热带作物学报, 1989,**10**(2):99 ~ 105.

10　程立生,韩玉贵,雷建林. 拟小食螨瓢虫成虫对柑桔全爪螨的捕食作用. 热带作物学报, 1990,**11**(2):113 ~ 118.

11　Holling C. S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 1959, **91**: 385 ~ 389.

12　Hassell M. P. A population model for the interaction between *Cyxenis albicans* and *Operophtera brumata* at Wytham Berkshire. *Journal of Animal Ecology*, 1969, **38**:567 ~ 576.

13　彭正强,庞虹,任顺祥,等. 海南岛瓢虫名录. 昆虫天敌, 1997,**19**(3):103 ~ 129.