

应用实验种群生命表评价 巴氏新小绥螨对西花蓟马的控制能力

张金平^{1,2}, 范青海¹, 张帆^{2*}

(1 福建农林大学生物农药与化学生物学教育部重点实验室, 福州 350002

2 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097)

摘要: 以西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) 一龄若虫为猎物组建巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* (Hughes) (Acar: Phytoseiidae) 实验种群生命表, 获得净生殖力 $R_0 = 27.37$ 世代平均历期 $T = 22.17$ 天, 内禀增长率 $r_m = 0.15$ 周限增长率 $\lambda = 1.16$ 种群倍增所需时间 $t = 4.64$ 天等参数。将获得参数值与西花蓟马的相关参数值进行比较, 巴氏新小绥螨瞬间增长率大于西花蓟马的瞬间增长率(0.14), 雌成螨日取食 7~12 头西花蓟马一龄若虫, 表明巴氏新小绥螨可以作为控制西花蓟马种群数量的有效天敌。

关键词: 巴氏新小绥螨; 西花蓟马; 生命表参数; 生物防治

中图分类号: Q68.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858(2008)03-0229-04

Evaluation of the potential biocontrol capability of *Neoseiulus barkeri* (Acar: Phytoseiidae) on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) based on life table

ZHANG Jin-Ping², FAN Qing-Hai¹, ZHANG Fan^{2*} (1. Institute of Plant Protection, Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract *Neoseiulus barkeri* (Hughes) is a native predatory mite on the Western Flower Thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis* (Pergande), and recently invaded pest in China. The present study was based on the life table to evaluate the potential of *N. barkeri* to control WFT at $24 \pm 1^\circ\text{C}$ and fed with WFT. The results showed that intrinsic rate of increase (r_m), net reproductive rates (R_0), mean generation time (T), innate capacity for increase (λ), and doubling time (t) were 0.15, 27.37, 22.17 d, 1.16 and 4.64 d respectively. Intrinsic rate of nature increase of *N. barkeri* was higher and population doubling time was shorter than WFT. Female consumed 7—12 individual 1st instar nymph per day. As population of predatory mites extend and WFT were consumed, indicating that *Neoseiulus barkeri* would be a good agent to control WFT under mention condition.

Key words: *Neoseiulus barkeri*; *Frankliniella occidentalis*; life table; biocontrol

西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* 起源于美国西部。据 Yudin et al (1986) 报道, 西花蓟马既可以直接危害也可传播多种病毒, 导致作物损失 30%~50%, 严重时可达 70%, 甚至导致绝收, 是世界性的重要害虫之一。由于其个体较小, 繁殖速度

快, 寄主范围广, 抗药性强等特点, 因此对西花蓟马的防治较困难, 在当今绿色生态农业的形势下, 寻找有效的天敌对西花蓟马进行生物防治便成为植保工作者的首要任务。据蒋小龙等报道, 我国于 1996 年将其列为潜在的进境植物检疫危险性害虫,

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD08A02); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-YW-N42-04)

作者简介: 张金平, 女, 1981 年生, 吉林人, 硕士研究生, 从事植绥螨分类及其应用方面的研究, E-mail: zhangjinp@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zhangjinp@263.net; Tel: 010-51503688

收稿日期 Received: 2008-05-16 接受日期 Accepted: 2008-07-26

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

目前已入侵北京(张友军等, 2004)、云南(吴青君等, 2007)、贵州(李景柱等, 2007)等省市危害, 具有大面积暴发的危险性。对我国的农业及其相关产业具有巨大的威胁。

捕食螨是蓟马的重要天敌之一, 荷兰、加拿大等国家已商品化生产胡瓜新小绥螨和巴氏新小绥螨防治蓟马(Ramakers 1980, Houten 1991)。吴伟南等(1997)的经济昆虫志记载巴氏新小绥螨在我国大部分省市均有分布。据舒畅等报道, 江西省大量扩繁巴氏新小绥螨防治脐橙叶螨, 并且取得了良好效果, 但巴氏新小绥螨对蓟马的研究国内少见报道。

生命表是评价天敌控害效果的有效方法, 本文采用特定年龄生命表的编制方法, 获得其种群的重要生物学参数, 通过对这些参数的分析比较, 评价巴氏新小绥螨对西花蓟马的控制能力及利用价值, 以期能够为应用本地天敌防治西花蓟马提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试虫源

巴氏新小绥螨由广东省农科院植物保护研究所提供, 在广口瓶(1000 mL)内, 以腐食酪螨 *Tyrophagus putrescentiae* 饲养建立种群, 瓶口用 300 目纱网覆盖并用橡皮筋固定。

西方花蓟马采自北京市门头沟蔬菜基地黄瓜上的 *Cucumis sativus*, 室内以芸豆 *Phaseolus coccineus* 饲养建立实验饲养群。繁殖 3 代后, 取孵化 6 h 左右的一龄若虫做供试猎物。

1.2 实验条件及器具

实验在光照培养箱(Sanyo MLR-350H)中进行, 温度 $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $90 \pm 5\%$, 光照周期 L:D=16:8。

自制饲养器: 将直径 13 cm 厚 1 cm 的海绵放入直径 15 cm 高 2.5 cm 的玻璃培养皿中, 海绵上放直径 12 cm 的滤纸, 滤纸上放直径 10 cm 的塑料保鲜膜, 加水至与海绵齐平并且滤纸上有水渗出, 海绵不与培养皿壁接触。

1.3 实验方法

挑取巴氏新小绥螨成螨 300~500 头至自制饲养器的保鲜膜上任其产卵, 12 h 后收集捕食螨卵在 0.2 mL 的离心管中单头饲养, 每管用移液器加 2 μL 纯净水, 放入光照培养箱, 每 12 h 在解剖镜下检查

发育状况, 观察到新的蜕皮壳即可确认进入新的螨态。据 Bond 报道, 幼螨不取食, 从若螨开始饲喂猎物, 用湿润的 00 号狼毫笔将准备好的猎物移入管中, 根据不同螨态饲喂足够数量的猎物, 若螨期多于 10 头, 成螨多于 15 头。每次喂食时将管中剩余的猎物取出, 加入新鲜猎物, 并加 2 μL 纯净水。发育至成螨后, 将雌雄螨配对; 据 Bond 报道, 巴氏新小绥螨多次交配可达到最大产卵量, 实验过程中发现雄螨死亡或丢失立即补充一头雄螨。

1.4 生命表参数的计算

生命表参数的计算参照黄寿山(1996):

存活率(I_x): $I_x = N_{i+1} / N_i = S_i$

X_i : 按时间分段的序号; i : 龄期; N_{i+1} : 下一龄期的起点虫数; N_i : 上一龄期的起点虫数。

种群趋势指数: $T = S \times S_1 \times S_2 \times \dots \times S_x \times R_x$

逐日生殖力(M_x): $M_x = E_x / N_x$

净生殖力(R): $R = \sum I_x M_x$

内禀增长率(r_m): $r_m = \ln R_0 / T$

世代平均历期(T): $T = \sum X I_x M_x / \sum I_x M_x$

周限增长率(λ): $\lambda = e^{r_m}$

种群倍增所需时间(t_d): $t_d = \ln 2 / r_m$

2 结果与分析

2.1 巴氏新小绥螨发育历期和存活率

卵、若螨、龄若螨和 I 龄若螨的发育历期分别为 1.93 ± 0.27 d、 0.63 ± 0.25 d、 1.80 ± 0.63 d 和 1.37 ± 0.56 d。若螨历期显著短于卵、龄若螨和 II 龄若螨($F=60.067$, $df=3$, $Sig<0.001$)。雌成螨是取食量最大的螨态, 最长可存活 42 d, 平均寿命 32.95 ± 8.19 d 是整个未成熟期(5.73 d)的 5.7 倍, 占整个寿命(38.68 d)的 85% (见表 1)。

表 1 在取食西花蓟马条件下巴氏新小绥螨的发育历期
Table 1 Development duration of *N. barkeri* fed on *E. occidentalis*

螨态 Stages	发育历期 Duration (d)	存活率 Survival
卵 Eggs	1.93 ± 0.27	0.97
若螨 Larvae	0.63 ± 0.25	0.95
龄若螨 Protonymphs	1.80 ± 0.63	0.91
I 龄若螨 Deutonymphs	1.37 ± 0.56	0.94
成螨(雌) Adult Females	32.95 ± 8.19	—
合计 Sum	38.68	0.79

未成熟期的 4 个螨态的存活率均大于 90%, 其

中卵的存活率最高, 达 97%; 1龄若螨的存活率相对较低, 为 91%。

2.2 巴氏新小绥螨繁殖力

巴氏新小绥螨雌成螨平均产卵量为 52.2粒, 平均每雌每天产卵 1.8粒, 一生最多产 84粒。平均产卵期为 28.45 d, 单头最长产卵期为 40 d。由观察数据计算得到生命表参数见表 2。

表 2 巴氏新小绥螨实验种群生命表参数
Table 2 Life table parameters of *N. bakeri* fed on *F. occidentalis*

参数 Parameters	值 Value
净生殖力 (每一世代) Net reproductive rate (per generation)	$R_0 = 27.37$
世代平均历期 (天) Mean generation time (days)	$T = 22.17$
内禀增长率 (每雌每天) Intrinsic rate of nature increase (per day)	$r_m = 0.15$
周限增长率 (每天) Finite rate of increase (per day)	$\lambda = 1.16$
种群倍增所需时间 (天) Doubling time (days)	$T = 4.64$
种群趋势指数 Index of population trend	$I = 27.37$
平均产卵量 (粒) Average fecundity (individual)	52.15
雌性比 Sex ratio (female: male)	0.67

表 3 巴氏新小绥螨与西花蓟马的生命表参数比较
Table 3 Comparison of life table parameters of *N. bakeri* and *Frankliniella occidentalis*

	R_0	r_m	T	λ	t	温度 $^{\circ}\text{C}$ Temperature	参考 Reference
巴氏新小绥螨 <i>N. bakeri</i>	27.37	0.15	22.17	1.16	4.64	24 $\pm$ 1	本试验 Present study
西花蓟马 <i>WFT</i>	34.69	0.14	25.27	1.15	4.94	24 $\pm$ 1	Gerin 1994

r_m 值决定于种群的生殖能力、寿命和发育速度, 是种群增殖能力的一个综合指标 (徐汝梅, 1990)。巴氏新小绥螨 r_m (0.15) 值略大于西花蓟马的 r_m (0.14) 值, 亦表明巴氏新小绥螨具有控制西花蓟马种群数量的潜力。

食物和环境等因素影响巴氏新小绥螨的发育。本试验中巴氏新小绥螨的发育历期为 5.73 d, 而 Bond 于 1989 年在同样温度下以烟蓟马 *Thrips tabaci* 为猎物时的结果为 6.2 d。食物和环境因素还直接影响巴氏新小绥螨的寿命和繁殖, 本试验中巴氏新小绥螨雌成螨的平均寿命 (32.95 $\pm$ 8.19 d) 和平均产卵量 (52.2 粒) 均小于吴伟南等 (2008) 报道其取食皮氏叶螨的寿命 (58 d) 和产卵量 (78 粒)。后者是半田间环境条件下的试验数据, 可能巴氏新

试验结果显示, 巴氏新小绥螨净生殖力 $R_0 = I = 27.37$, 即下一代种群数量是本世代的 27.37 倍; 内禀增长率 r_m 是 0.15, 即平均每日每雌增加 0.15 个雌性个体; 将 r_m 转化为周限增长率 λ 为 1.16, 表明种群以每天 1.16 倍的速度增长; 世代平均历期 T 为 22.17 d。

3 讨论

生命表参数能较好反映种群消长机制, 通过生命表参数的比较可以看出两种群间的差异 (徐汝梅, 1990)。下表为相同温度下巴氏新小绥螨和西花蓟马的生命表参数比较。

表中西花蓟马的净生殖力 R_0 (34.69) 大于巴氏新小绥螨 (27.37), 意味着西花蓟马的种群增殖能力比巴氏新小绥螨的种群增殖能力大 7 倍多; 但二者的世代平均历期 T 不同, 巴氏新小绥螨完成一个世代需 22.17 天, 西花蓟马完成一个世代需 25.27 天, 因此从这两个参数 (T 和 R_0) 表面无法判断在某段时间内这两个种群的增长情况。

小绥螨在自然条件下比本实验条件下具有更大的繁殖和生存潜能。

巴氏新小绥螨的生长发育历期为 5.73 天, 明显短于 Gerin (1994) 西花蓟马的发育历期 14.2 天。说明巴氏新小绥螨可以在较短的时间内发育至成螨, 成螨取食量最大、寿命在所有螨态中最长, 长时间保持大的取食量使得巴氏新小绥螨能够最大限度的消耗猎物。巴氏新小绥螨雌成螨每天至少取食 7 头西花蓟马一龄若虫, 才可完成正常生长发育和繁殖。最大捕食量为 12 头。雌螨寿命一般为 32.95 天, 可消耗 230 ~ 400 头左右西花蓟马。随着巴氏新小绥螨的繁殖, 西花蓟马种群的消耗, 西花蓟马种群将会受到明显抑制。

据吴伟南等报道, 自然环境中作物的花粉和多

种叶螨都可以作为巴氏新小绥螨的补充食物,即使在靶标害虫密度较低的情况下,巴氏新小绥螨也可以正常生长并繁殖后代建立稳定的种群。但大量取食花粉和叶螨势必会影响到对靶标害虫的专一性控制。因此在田间释放之前,应根据田间的具体情况调整应用技术。

据 Teulon报道,西花蓟马喜欢凉爽干燥的环境,60%的相对湿度最适合其生长发育,而巴氏新小绥螨各发育阶段尤其是卵期对湿度要求较大,所以在温、湿度较大的温室环境中,更有利于其对西花蓟马种群的控制。

参 考 文 献 (References)

Bonde J 1989 Biological studies including population growth parameters of the predator mite *Neoseiulus bakeri* (Acari: Phytoseiidae) at 25°C in the laboratory. *Biocontrol* 34(2): 275-287

Gerin C, Hance T, Van IG 1994 Demographic parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Entomology* 118: 370-377

Houten YM 1991 Diapause induction in the thrips predators *Amblyseius bakeri* and *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) in Dutch greenhouses. *Proceedings of the Section: Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 3: 202-207.

Huang SS 1996 The establishment and analysis of the experimental population life table of *Trichogramma* spp. on different hosts. *Acta Phytomathematica Sinica* 23(3): 209-212. [黄寿山, 1996. 赤眼蜂实验种群生命表的编制与应用. *植物保护学报*, 23(3): 209-212]

Jiang XL, Bai S, Xiao S, Yang B 2001 The service of guarantee in Chinese Kunming International Flora Festival. *Plant Quarantine* 15(2): 115-117. [蒋小龙, 白松, 肖枢, 杨碧, 2001. 为中国昆明国际花卉节把关服务. *植物检疫*, 15(2): 115-117]

Shu C, Zhong L, Li AH, OuYang CH, Huang WM, Rao YG, Tang YZ, Zhong XF, Zhong LL, Cai DZ, Chen FY, Zhong AP 2007 Analysis on effect factors of releasing *Neoseiulus bakeri* in orchard. *China Plant Protection* 27(5): 25-26. [舒畅, 钟玲, 李爱华, 欧阳才辉, 黄卫民, 姚易根, 唐玉珍, 钟喜发, 钟露霞, 蔡德珍, 陈凤英, 钟爱平, 2007. 释放巴氏钝绥螨控制柑橘全爪螨试验示范效果初报. *中国植保导刊*, 27(5): 25-26]

Li JZ, Zhi JR, Yuan CM, Wang HD 2007 The effect of temperature on the development of *Frankliniella occidentalis*. *Guizhou Agricultural Sciences* 35(5): 13-14. [李景柱, 邹军锐, 袁成明, 王和东, 2007. 温度对西花蓟马生长发育的影响. *贵州农业科学*, 35(5): 13-14]

Ramakers PMJ 1980 Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) with *Neoseiulus* spp. (Acari: Phytoseiidae). *Bull. S. R. O. P. W. P. R. S.* 3: 203-208.

Teulon D 1992 Laboratory technique for rearing western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Ecology Entomology* 85: 859-899.

Wu QJ, Xu BY, Zhang ZJ, Zhang YJ, Zhu GR 2007 Investigate the spread and thrips species in Beijing, Zhejiang and Yunnan, China. *Plant Protection* 1: 32-34. [吴青君, 徐宝云, 张治军, 张友军, 朱国仁, 2007. 京、浙、滇地区植物蓟马种类及其分布调查. *中国植保导刊*, 1: 32-34]

Wu WN, Fang XR, Liu H, Ling XH, Wang XC 2008 Research on *Amblyseius bakeri* to control *Tetranychus piercei* on *Carica papaya*. *South China Fruits* 37(1): 50-52. [吴伟南, 方小端, 刘慧, 凌兴汉, 王小川, 2008. 利用巴氏钝绥螨控制番木瓜皮氏叶螨的研究. *中国南方果树*, 37(1): 50-52]

Wu WN, Jiang LR, Lan WM 1997 Economic Insect Fauna of China Fasc 53 (Acari: Phytoseiidae). Beijing: Science Press 81-82. [吴伟南, 梁荣荣, 蓝文明, 1997. 中国经济昆虫志, 第五十三册, 蜱螨亚纲, 植绥螨科. 北京: 科学出版社, 81-82]

Wu WN, Zhang JR, Fang XR, Liu H, Guo MF 2008 Nutritional types of Phytoseiid mites and application in biological control. *Chinese Journal of Biological Control* 24(1): 85-90. [吴伟南, 张金平, 方小端, 刘慧, 郭明昉, 2008. 植绥螨的营养生态学与其在生物防治上的应用. *中国生物防治*, 24(1): 85-90]

Xu RM 1990 *Insect Population Ecology* (the second edition). Beijing: Beijing Normal University Press 61-84. [徐汝梅, 1990. 昆虫种群生态学(第二版). 北京: 北京师范大学出版社, 61-84]

Yudin LS, Cho JJ, Mitchell WC 1986 Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special reference to *Lycopersicon esculentum*. *Environmental Entomology* 15(6): 1292-1295.

Zhang YJ, Zhang ZJ, Xu BY, Wu QJ, Zhu GR 2004 Development damage and prevention of invaded insect pest—*Frankliniella occidentalis*. *China Vegetables* (5): 50-51. [张友军, 张治军, 徐宝云, 吴青君, 朱国仁, 2004. 外来入侵害虫——西花蓟马的发生、为害与防治. *中国蔬菜*, (5): 50-51]