ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

第 32 卷 第 18 期 Vol.32 No.18 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 18 期　　2012 年 9 月　(半月刊)

目　　次

亚热带典型树种对模拟酸雨胁迫的高光谱响应…… 时启龙,江　洪,陈　健,等 (5621)
珠江三角洲地面风场的特征及其城市群风道的构建…… 孙　武,王义明,王越雷,等 (5630)
粤北山地常绿阔叶林自然干扰后冠层结构与林下光照动态…… 区余端,苏志尧 (5637)
四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响 …… 张昌容, 邸军锐, 莫利锋 (5646)
普洱季风常绿阔叶林次生演替中木本植物幼苗更新特征…… 李帅锋,刘万德,苏建荣,等 (5653)
喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种多度与丰富度空间分布的尺度效应…… 张忠华,胡　刚,祝介东,等 (5663)
格氏栲天然林土壤养分空间异质性…… 苏松锦,刘金福,何中声,等 (5673)
种植香根草对铜尾矿废弃地基质化学和生物学性质的影响…… 徐德聪,詹　婧,陈　政,等 (5683)
灌溉对三种荒漠植物蒸腾耗水特性的影响…… 单立山,李　毅,张希明,等 (5692)
真盐生植物盐角草对不同氮形态的响应…… 聂玲玲,冯娟娟,吕素莲,等 (5703)
庞泉沟自然保护区寒温性针叶林演替优势种格局动态分析…… 张钦弟,毕润成,张金屯,等 (5713)
不同水肥条件下 AM 真菌对丹参幼苗生长和营养成分的影响…… 贺学礼, 马　丽, 孟静静, 等 (5721)
垄沟覆膜栽培冬小麦田的土壤呼吸…… 上官宇先,师日鹏,韩　坤,等 (5729)
不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响 …… 郭立月, 刘雪梅,战丽杰,等 (5738)
基于大气沉降与径流的乌鲁木齐河源区氮素收支模拟 …… 王圣杰, 张明军, 王飞腾,等 (5747)
基于能值理论的循环复合农业生态系统发展评价——以福建省福清星源循环农业产业示范基地为例……
…… 钟珍梅,翁伯琦, 黄勤楼,等 (5755)
低温暴露和恢复对棘胸蛙雌性亚成体生存力及能量物质消耗的影响…… 凌　云,邵　晨,颉志刚,等 (5763)
暗期干扰对棉铃虫两个不同地理种群滞育抑制作用的比较…… 陈元生,涂小云,陈　超,等 (5770)
水土流失治理措施对小流域土壤有机碳和全氮的影响…… 张彦军,郭胜利,南雅芳,等 (5777)
不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析…… 董仁才,苟亚青,李思远,等 (5786)
连江鱼类群落多样性及其与环境因子的关系…… 李　捷,李新辉,贾晓平,等 (5795)
溶氧水平对鲫鱼代谢模式的影响 …… 张　伟,曹振东,付世建 (5806)
象山港人工鱼礁区的网采浮游植物群落组成及其与环境因子的关系…… 江志兵,陈全震,寿　鹿,等 (5813)
填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例…… 李睿倩,孟范平 (5825)
城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例…… 姚玉敏,朱晓东,徐迎碧,等 (5836)

专论与综述

生态基因组学研究进展 …… 施永彬,李钧敏,金则新 (5846)
海洋酸化生态学研究进展 …… 汪思茹,殷克东,蔡卫君, 等 (5859)
纺锤水蚤摄食生态学研究进展…… 胡思敏,刘　胜,李　涛,等 (5870)
河口生态系统氨氧化菌生态学研究进展…… 张秋芳,徐继荣,苏建强,等 (5878)
嗜中性微好氧铁氧化菌研究进展…… 林超峰,龚　骏 (5889)
典型低纬度海区(南海、孟加拉湾)初级生产力比较 …… 刘华雪, 宋星宇, 黄洪辉,等 (5900)
植物叶片最大羧化速率及其对环境因子响应的研究进展 …… 张彦敏, 周广胜 (5907)
中国大陆鸟类栖息地选择研究十年…… 蒋爱伍,周　放,覃　玥,等 (5918)

研究简报

孵化温度对赤链蛇胚胎代谢和幼体行为的影响…… 孙文佳,俞　霄,曹梦洁,等 (5924)
不同培肥茶园土壤微生物量碳氮及相关参数的变化与敏感性分析 …… 王利民, 邱珊莲,林新坚,等 (5930)
施肥对两种苋菜吸收积累镉的影响 …… 李凝玉, 李志安,庄　萍,等 (5937)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 322 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 36 * 2012-09

封面图说:冬天低空飞翔的丹顶鹤——丹顶鹤是鹤类中的一种,因头顶有"红肉冠"而得名。是东亚地区特有的鸟种,因体态优雅、颜色分明,在这一地区的文化中具有吉祥、忠贞、长寿的象征,是传说中的仙鹤,国家一级保护动物。丹顶鹤具备鹤类的特征,即三长——嘴长、颈长、腿长。成鸟除颈部和飞羽后端为黑色外,全身洁白,头顶皮肤裸露,呈鲜红色。丹顶鹤每年要在繁殖地和越冬地之间进行迁徙,只有在日本北海道等地是留鸟,不进行迁徙,这可能与冬季当地人有组织地投喂食物,食物来源充足有关。

彩图提供:陈建伟教授　北京林业大学　E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201108051149

张昌容, 邓军锐, 莫利锋. 四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响. 生态学报,2012,32(18):5646-5652.

Zhang C R, Zhi J R, Mo L F. The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of *Orius similis* Zheng. Acta Ecologica Sinica,2012,32(18):5646-5652.

四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响

张昌容[1,2], 邓军锐[1,*], 莫利锋[1]

(1. 贵州大学昆虫研究所,贵州山地农业病虫害重点实验室,贵阳 550025; 2. 浙江大学昆虫科学研究所,杭州 310029)

摘要:南方小花蝽是多种猎物的天敌,为评价西花蓟马、二斑叶螨、蚕豆蚜和腐食酪螨饲养南方小花蝽的效果,研究了南方小花蝽取食四种猎物时的生长发育和繁殖情况。结果表明南方小花蝽取食腐食酪螨时若虫只能发育到 5 龄,4 龄若虫累计存活率仅为 6.8%。其它 3 种猎物均可使南方小花蝽正常生长发育和繁殖,其中南方小花蝽取食西花蓟马时生长发育时间最短,繁殖率最高;取食二斑叶螨时生长发育时间最长,繁殖率最低。取食西花蓟马的南方小花蝽净生殖率、内禀增长率和周限增长率明显高于其它两种猎物。用 3 种猎物连续饲养南方小花蝽两代,以蚕豆蚜和二斑叶螨为猎物时南方小花蝽的未成熟期、成虫的寿命、繁殖情况和生命参数在第一代和第二代之间都有所不同,但以西花蓟马为食料时南方小花蝽第一代和第二代之间生长发育和繁殖情况没有明显的差异。以上结果表明在供试猎物中西花蓟马对南方小花蝽实验种群的增长最有利。

关键词:南方小花蝽;西花蓟马;蚕豆蚜;二斑叶螨;腐食酪螨;生长发育; 繁殖

The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of *Orius similis* Zheng

ZHANG Changrong[1,2], ZHI Junrui[1,*], MO Lifeng[1]

1 *Institute of Entomology, Guizhou University, The Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of Mountainous Region, Guiyang* 550025, *China*

2 *Institute of Insect Science, Zhejiang University, Hangzhou* 310029, *China*

Abstract: As a generalist predator, *Orius similis* can prey on thrips, aphids, spider mites, whiteflies, eggs and newly hatched larvae of Lepidoptera pests, and therefore *O. similis* is considered as a very promising valuable natural enemy agent because of its long occurring time, high population, a wide range of preys, strong adaptability and high predation. *O. similis* is a predominant predatory nature enemy species in South China and plays an important role in suppressing the population of many pests. Studying on the biological and ecological characteristics of this natural enemy is the basis for utilization of the predator in biological control of the pests.

In the present study, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Aphis craccivora* Koch, *Tetranychus urticae* Koch and *Tyrophagus putrescentiae* Schrank were used as preys to determine their effects on the development and fecundity of *O. similis*. The results showed that the newly-hatched nymph of *O. similis*, which is feeding on *T. putrescentiae*, could only develop to its 5th instar nymph, rather than to adult stage, with the accumulated survival rate of its 4th instar nymph as low as 6.8%, while *O. similis* can develop and reproduce successfully on the other three prey species. The development duration, survival rate, and reproductive characteristics of *O. similis* were significantly different among preys. With *F. occidentalis* as prey, *O. similis* had the shortest immature development duration with 16.2d, about 6 days shorter than that of *O. similis* feeding on other two preys. *O. similis* had the highest fecundity with 65.7 per female feeding on *F.*

基金项目:贵州省优秀科技教育人才省长专项资金项目(黔省专合字(2007)20 号);贵州省农业攻关项目(黔科合 NY 字[2010]3065 号

收稿日期:2011-08-05; **修订日期**:2011-11-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jrzhi@yahoo.com.cn

occidentalis, while *O. similis* had the longest development, lowest fecundity when feeding on *T. urticae*. According to the reproduction of first generation of *O. similis* fed on 3 preys species, the fecundity specific life tables of *O. similis* were constructed and the parameters were calculated. The net reproductive rate (R_0) was highest up to 26.6632 while fed on *F. occidentalis*, which was as 5.7 and 7.7 times as those fed on *A. craccivora* and *T. urticae* respectively. Furthermore, feeding on *F. occidentalis*, r_m, λ of *O. similis* were significantly higher than that of fed on either of other two prey species. The results indicated that *F. occidentalis* was the most suitable prey for increasing the population of *O. similis* under the laboratory conditions. When *O. similis* were fed with different prey species for two generations continuously, the development and fecundity of second generation of *O. similis* feeding on three prey species were similar to that of first generation. Differences were found in development and reproduction of *O. similis* between the first generation and the second generation, and the differences were correlated with the prey species. The immature time declined from 22.2d of the first generation of *O. similis* to 19.2d of the second generation while feeding on *A. craccivora*, and the fecundity was not significantly different between two generations. The similar results were found when *O. similis* was fed with *T. urticae* for two generations continuously, and the immature time declined from 22.6 d of the first generation of *O. similis* to 17.0d of the second generation, however, the fecundity of the second generation was lower than that of the first generation. No significant differences were found between the two generations while feeding on *F. occidentalis*. In conclusion, our results indicated that *F. occidentalis* was the best prey for the development and fecundity of *O. similis*.

Key Words: *Orius similis*; *Frankliniella occidentalis*; *Aphis craccivora*; *Tetranychus urticae*; *Tyrophagus putrescentiae*; development; fecundity

饲料是天敌昆虫规模化饲养过程中的一个关键问题,它直接关系到饲养成本和饲养效果,对于天敌昆虫小花蝽同样具有重要意义。国内外学者对小花蝽的饲料进行了较为深入的研究,主要围绕鳞翅目昆虫卵[1-4]、节肢动物类饲料[3-10]、植物源饲料[1-2,10-12]和人工饲料[1,8,13-15]。小花蝽单独饲喂植物类饲料时不能发育到成虫,或产卵量很少,因此植物源饲料只能作为补充或替代饲料[10-12]。小花蝽取食动物类饲料和鳞翅目昆虫卵时,其发育历期、存活率和成虫的繁殖率在不同猎物间相差很大,但整体而言都能够很好满足小花蝽的生长发育和繁殖的营养需求,只是饲养成本相对较高[5-9]。人工饲料具有不受季节限制、成本低廉、操作方便等诸多优点,非常适合规模化饲养天敌昆虫,但人工饲料的剂型和营养成分的组配没有得到实质性的攻破,至今为止都没有找到一种行之有效的人工饲料[13-15]。综合分析各类饲料的优缺点,不难看出动物类饲料具有明显的优势,发展前景较好。

南方小花蝽捕食能力强,对多种害虫有明显的控制作用,是一类很有利用前景的捕食性天敌,但早春种群数量少,常滞后于害虫的发生,因此如何选用合适的饲料对其进行规模化饲养繁殖并释放,对提高该天敌的控制效果至关重要。本论文根据贵阳地区虫害发生情况,选取田间 3 种主要猎物蚕豆蚜、二斑叶螨和西花蓟马,以及饲养成本低廉、操作简便的腐食酪螨为研究对象,研究它们对南方小花蝽的生长发育和繁殖的影响,以评价其饲养效果,进而为阶段性饲料的组配提供理论指导。

1　材料与方法

1.1　供试虫源

1.1.1　猎物

蚕豆蚜、西花蓟马和二斑叶螨均采自贵州省贵阳市花溪区的蔬菜基地,在人工气候室中分别用蚕豆幼苗、四季豆豆荚和菜豆幼苗繁殖饲养多代。腐食酪螨采自发霉的茶叶中,用麦麸和酵母饲养多代。供试猎物虫态分别为蚕豆蚜低龄若蚜,西花蓟马 1—2 龄若虫,二斑叶螨和腐食酪螨则分别选用混合虫态。

1.1.2　南方小花蝽

采自贵州省贵阳市花溪区的蔬菜基地,室内用蚕豆蚜、西花蓟马、二斑叶螨和腐食酪螨混合猎物饲养多

代。选用迎春花嫩茎作为南方小花蝽的产卵基质,迎春花嫩茎采自贵州大学校园。

1.2 仪器设备

实验均在 GZ-300GSI 型智能人工气候箱(韶关广智生产)中进行,设置在温度 25℃、相对湿度 70%,光照 L:D(18:6 h)的条件下进行。

饲养器:采用高 6cm,直径 4cm 的透明塑料瓶,瓶中底部放 2cm×2cm 的滤纸 1 块,将滤纸润湿,再在滤纸上铺同样大小的菜豆叶片,瓶口以 200 目纱网用橡皮筋扎紧。

1.3 实验方法

1.3.1 不同猎物对南方小花蝽若虫发育的影响

实验开始前将若干已交配的南方小花蝽雌成虫置于放有迎春花嫩茎的饲养器内,任其产卵,8h 后移去成虫,每日 8:00 和 20:00 在镜下各观察 1 次,一旦发现有若虫孵出立即开始接虫实验。将初孵若虫单头小心地接于饲养器内,分别饲喂四种猎物。取食腐食酪螨的南方小花蝽的供试虫为 200 头,其它猎物下各为 100 头。继续每天 8:00 和 20:00 各观察 1 次,记录南方小花蝽若虫各龄期的发育历期及存活情况,龄期的确定以发现虫蜕为准,直到若虫羽化为成虫。

1.3.2 不同猎物对南方小花蝽成虫寿命及繁殖情况的影响

将 1.3.1 中饲喂处理羽化的南方小花蝽雌、雄成虫配对,继续用相应猎物饲养。将迎春花嫩叶端部用浸水的脱脂棉包裹作为产卵基质。每天观察并记录雌、雄成虫的寿命及迎春花上的着卵量,并更换新的产卵基质,直到南方小花蝽成虫死亡为止。并将产下的卵进行收集孵化,待其发育成熟后记录雌、雄性比。

1.3.3 不同猎物对南方小花蝽卵历期的影响

将取食 4 种猎物的南方小花蝽雌成虫所产的卵 100 粒收集起来,每日 8:00 和 20:00 在镜下各观察 1 次,记录卵的孵化情况。

1.4 南方小花蝽实验种群生命表参数的分析

根据 Birch 方法组建南方小花蝽取食不同猎物的繁殖特征生命表[16],净生殖率 $R_0 = \sum l_x m_x$;平均世代周期 $T = \sum l_x m_x x / R_0$;内禀增长率 $r_m = (\ln R_0)/T$;周限增长率 $\lambda = e^{r_m}$;种群加倍时间 $t = \ln 2 / r_m$。式中,x 为按年龄划分的单位时间间距;l_x 表示任一个体在 x 期间的存活率;m_x 表示在 x 期间平均每雌产雌数。

1.5 数据分析

所获实验数据均采用 Microsoft Excel 2003 以及 SPSS 18.0 进行统计与分析。取食不同猎物的南方小花蝽的发育历期、繁殖特征等参数在猎物间的差异用 Duncan(D)新复极差法进行比较。取食同一种猎物的南方小花蝽若虫历期、繁殖特征等参数在第一代和第二代间的差异用 t 测验法进行比较。

2 结果与分析

2.1 南方小花蝽取食腐食酪螨时若虫各龄期的发育历期及存活率

南方小花蝽取食腐食酪螨时各龄期发育历期及存活率见表 1。由表可知,腐食酪螨不能使南方小花蝽完成一个世代,南方小花蝽取食腐食酪螨后,初孵若虫最终只能发育到 5 龄,并不能羽化为成虫,而且各龄期的死亡率均很高,1 至 4 龄的累计存活率仅有 6.8%。这表明对南方小花蝽来说腐食酪螨不是一种适宜的猎物饲料。

表 1 南方小花蝽取食腐食酪螨时若虫各龄期发育历期及存活率

Table 1 The development period and survival rate of different stages of *Orius similis* feeding on *Tyrophagus putrescentiae*

参数 Parameter	1 龄 1st instar nymph	2 龄 2nd instar nymph	3 龄 3rd instar nymph	4 龄 4th instar nymph
发育历期 Development period/d	3.6±0.1	2.4±0.2	5.0±0.6	2.8±0.1
存活率 Survival rate/%	55.3±1.8	53.8±2.1	54.6±5.3	40.0±7.5

2.2　西花蓟马、二斑叶螨和蚕豆蚜对南方小花蝽的影响

2.2.1　不同猎物对南方小花蝽发育历期的影响

取食西花蓟马、蚕豆蚜、二斑叶螨时南方小花蝽各龄历期见表 2,由表可知取食不同猎物的南方小花蝽第一代的各龄历期长短不同,除取食蚕豆蚜和二斑叶螨的南方小花蝽的 2 龄若虫和未成熟期差异不明显外,其它各龄期间存在显著差异。总体而言,取食西花蓟马的南方小花蝽各龄期的发育历期显著短于取食蚕豆蚜和二斑叶螨的发育历期,未成熟期比其它两种猎物短 6d 左右。说明 3 种猎物中西花蓟马最有利于南方小花蝽若虫的发育。

南方小花蝽分别取食 3 种猎物时第二代的各龄历期长短同样存在显著差异。和第一代的结果类似,也是取食西花蓟马的南方小花蝽的发育历期显著短于取食蚕豆蚜和二斑叶螨。但和第一代相比,取食不同猎物之间历期的差异较小,如取食西花蓟马的南方小花蝽未成熟期比取食蚕豆蚜和二斑叶螨的分别只短 3.2d 和 1.0d。取食相同猎物的南方小花蝽第一代和第二代也有一定的差异。取食西花蓟马时除了第一代的 4 龄(t=2.182,P<0.05)和 5 龄若虫(t=2.733,P<0.05)的发育历期与第二代存在显著性差异外,其余各龄期(卵期 t=1.469,P>0.05;1 龄 t=0.387,P>0.05;2 龄 t=0.658,P>0.05;3 龄 t=0.410,P>0.05)及未成熟期(t=0.602,P>0.05)之间都不存在显著性差异。南方小花蝽取食蚕豆蚜(t=6.580,P<0.05)和二斑叶螨(t=10.040,P<0.05)后第二代未成熟期显著的短于第一代。

表 2　取食不同猎物对南方小花蝽发育历期的影响/d

Table 2　The effect of different preys on the development of *Orius similis*

世代 Generation	龄期 Stage	西花蓟马 *Frankliniella occidentalis*	蚕豆蚜 *Aphis craccivor*	二斑叶螨 *Tetranychus urticae*
第一代	卵 Egg	4.3±0.1c	5.0±0.1a	4.5±0.1b
First generation	1 龄 1st instar nymph	2.5±0.1c	3.2±0.1b	4.0±0.2a
	2 龄 2nd instar nymph	2.0±0.1b	3.6±0.3a	3.4±0.3a
	3 龄 3rd instar nymph	1.9±0.1c	3.5±0.2a	2.6±0.1b
	4 龄 4th instar nymph	2.0±0.1c	2.6±0.2b	3.3±0.1a
	5 龄 5th instar nymph	3.6±0.1c	4.3±0.1b	5.0±0.1a
	未成熟期 Immature	16.2±0.2b	22.2±0.5a	22.6±0.7a
第二代	卵 Egg	4.5±0.1a	4.3±0.1b	4.5±0.1a
Second generation	1 龄 1st instar nymph	2.5±0.1b	3.5±0.1a	2.5±0.1b
	2 龄 2nd instar nymph	1.9±0.1a	2.1±0.1a	1.9±0.1a
	3 龄 3rd instar nymph	1.8±0.2c	2.5±0.1a	2.1±0.1b
	4 龄 4th instar nymph	1.9±0.1c	2.9±0.1a	2.3±0.1b
	5 龄 5th instar nymph	3.2±0.1b	4.1±0.1a	4.0±0.1a
	未成熟期 Immature	16.0±0.2c	19.2±0.2a	17.0±0.2b

表中所列数据为平均数±标准误,同一行中凡小写字母不同则表示在 0.05 水平差异显著,否则不显著

2.2.2　不同猎物对南方小花蝽成虫寿命及繁殖的影响

分别取食西花蓟马、蚕豆蚜、二斑叶螨的南方小花蝽成虫寿命及繁殖情况见表 3。取食西花蓟马的第一代南方小花蝽不论是雌成虫还是雄成虫的寿命都明显长于其它两种猎物。取食西花蓟马的南方小花蝽的产卵期显著长于其它两种猎物,且产卵量明显高于其它两种猎物,分别是取食蚕豆蚜和二斑叶螨的 2.8 倍和 5.1 倍。

以西花蓟马为猎物时第二代南方小花蝽不论是雌、雄成虫寿命还是产卵量都显著的高于取食另外两种猎物。这一结果和第一代结果相似。并且成虫寿命和产卵情况在同一猎物不同世代间有一定的差异。南方小花蝽取食西花蓟马后,连续两代之间在雌(t=0.814,P>0.05)、雄虫寿命(t=0.952,P>0.05)、雌成虫产卵前期(t=1.057,P>0.05)、产卵期(t=0.497,P>0.05)、产卵量(t=0.866,P>0.05)等方面均不存在显著性差异,

这表明西花蓟马对南方小花蝽的繁殖影响非常稳定。连续两代南方小花蝽取食蚕豆蚜第二代雌虫寿命较第一代显著缩短($t=2.850$, $P<0.05$),但产卵量没有明显差异($t=0.252$, $P>0.05$)。取食二斑叶螨后,第二代雌成虫的寿命($t=2.330$,$P<0.05$)、产卵期($t=2.450$,$P<0.05$)、产卵量($t=2.360$,$P<0.05$)较第一代均显著下降。

表 3 取食不同猎物对南方小花蝽成虫寿命及繁殖的影响

Table 3 The effect of different preys on the longevity and fecundity of *Orius similis*

世代 Generation	生命参数 Parameter	西花蓟马 *Frankliniella occidentalis*	蚕豆蚜 *Aphis craccivor*	二斑叶螨 *Tetranychus urticae*
第一代	雌虫寿命 Longevity of female adult	17.9±1.1a	12.1±0.9b	14.1±1.1b
First generation	雄虫寿命 Longevity of male adult	12.2±0.9a	8.8±0.7b	8.8±1.2b
	产卵前期 Pre-oviposition period	3.2±0.3b	3.5±0.3b	5.8±0.4a
	产卵期 Oviposition period	12.9±1.1a	7.2±1.1b	7.1±0.6b
	平均产卵量 Eggs/female	65.7±6.5a	23.1±4.4b	12.9±1.3b
第二代	雌虫寿命 Longevity of female adult	16.5±1.3a	9.4±0.5b	10.1±1.3b
Second generation	雄虫寿命 Longevity of male adult	10.9±1.0a	7.7±0.4b	7.2±0.8b
	产卵前期 Pre-oviposition period	3.7±0.3ab	3.1±0.2b	4.3±0.2a
	产卵期 Oviposition period	12.0±1.5a	6.1±0.5b	5.2±0.5b
	平均产卵量 Eggs/female	76.7±10.6a	21.8±3.3b	8.7±1.1b

表中所列数据为平均数±标准误,同一行中凡小写字母不同则表示在 0.05 水平差异显著,否则不显著

2.2.3 南方小花蝽取食不同猎物时的生命参数

根据南方小花蝽取食各种猎物各发育阶段的存活率和成虫的繁殖力,组建繁殖种群生命表,并求解其生命参数(表4)。从表可以看出以西花蓟马为食物时南方小花蝽第一代的净生殖率 R_0 最高为 26.6632,明显高于其它两种猎物,分别是蚕豆蚜的 5.7 倍和二斑叶螨的 7.7 倍。取食西花蓟马时的内禀增长率 r_m 远远高于其它两种猎物,而种群加倍时间 t 只是其它两种猎物的二分之一或三分之一,说明西花蓟马使南方小花蝽的实验种群增殖最快。

表 4 南方小花蝽取食不同猎物时的生命表参数

Table 4 Population parameters of *Orius similis* feeding on different preys

世代 Generation	生命参数 Parameter	西花蓟马 *Frankliniella occidentalis*	蚕豆蚜 *Aphis craccivor*	二斑叶螨 *Tetranychus urticae*
第一代	净增殖率(R_0) Net reproductive rate	26.6632	4.6377	3.4726
First generation	世代平均周期(T) Mean generation time	24.6510	28.7869	30.5026
	内禀增长率(r_m) Intrinsic increase rate	0.1332	0.0533	0.0408
	周限增长率(λ) Finite increase rate	1.1425	1.0547	1.0416
	种群加倍时间(t) Doubling time	5.2038	13.0046	16.9889
第二代	净增殖率(R_0) Net reproductive rate	33.2617	5.7076	2.8592
Second generation	世代平均周期(T) Mean generation time	25.2252	24.1131	23.3236
	内禀增长率(r_m) Intrinsic increase rate	0.1389	0.0722	0.0450
	周限增长率(λ) Finite increase rate	1.1490	1.0749	1.0460
	种群加倍时间(t) Doubling time	4.9903	9.6004	15.4033

取食西花蓟马时南方小花蝽第二代种群的净增殖率、内禀增长率和周限增长率也明显高于其它两种猎物,种群加倍时间明显短于其它两种猎物,但取食三种猎物时世代平均周期差异不大。取食同种猎物的南方小花蝽第一、二代的生命参数不完全相同,取食西花蓟马和蚕豆蚜时的南方小花蝽第二代净增殖率高于第一

代,而取食二斑叶螨的低于第一代。对于内禀增长率而言,取食西花蓟马和二斑叶螨的南方小花蝽两代之间差异不大,而取食蚕豆蚜时第二代明显高于第一代。

3　小结与讨论

(1)杂食性昆虫虽可取食多种猎物,但对不同猎物的喜好性不同。昆虫取食嗜食的食物时,生长发育快、死亡率低,而且繁殖力高。本文研究结果表明取食西花蓟马时,第一代、第二代南方小花蝽均表现为发育历期最短、繁殖力最高,明显优于二斑叶螨和蚕豆蚜,表明西花蓟马是供试猎物中南方小花蝽的最适宜猎物。很多研究也证明其它小花蝽也有类似的结果。如 Paik 等研究发现东亚小花蝽取食西花蓟马时若虫发育历期短、成虫的寿命和产卵量也分别高于取食棉蚜和二斑叶螨[17]。孙晓会研究也发现东亚小花蝽取食西花蓟马与二斑叶螨相比,若虫发育历期明显缩短,雌成虫产卵量明显提高[18]。Salas-Aguilar 和 Ehler 研究表明小花蝽虽可取食多种小型昆虫,但更喜食蓟马[19],同时也表明小花蝽对西花蓟马具有更大的控制潜能。因此,进一步深入研究南方小花蝽对西花蓟马的捕食作用,对有效控制外来入侵生物西花蓟马具有重要的意义。

(2)以二斑叶螨为食料时,南方小花蝽生长发育最慢,产卵量最低,表明与西花蓟马、蚕豆蚜相比,二斑叶螨是南方小花蝽最不嗜食的猎物。这一结果和黄增玉等研究发现二斑叶螨只能使南方小花蝽完成发育但不能使其产卵的结果不完全相同[20]。用腐食酪螨作为饲料时,南方小花蝽若虫虽可对其取食,最终只能发育到 5 龄并不能羽化,而且各个龄期的死亡率很高。这与其它学者研究发现腐食酪螨能使东亚小花蝽 70%—80% 的若虫发育至成虫[9],腐食酪螨能使南方小花蝽正常生长和发育并且连续三代的累计存活率都在 55%[8] 以上相差很大,这可能与南方小花蝽、二斑叶螨和腐食酪螨的不同地理种群有关。

(3)用不同猎物饲养南方小花蝽两代,南方小花蝽的生长发育和繁殖情况在两代间的情况不完全相同。用西花蓟马连续饲喂南方小花蝽两代,两代之间的发育速率和繁殖力等方面没有明显的差异。这可能是由于实验之前南方小花蝽用混合猎物饲喂,因为其比较偏好取食西花蓟马因而对西花蓟马有较好的适应性,所以连续两代之间各方面特征都比较稳定。而以蚕豆蚜和二斑叶螨为猎物时,第二代南方小花蝽的未成熟期与第一代相比明显缩短,这可能是第二代南方小花蝽与第一代相比有了更加丰富的取食经验,对猎物有了一种适应能力。但蚕豆蚜不是南方小花蝽的适宜猎物,造成取食蚕豆蚜时雌成虫寿命缩短。二斑叶螨是南方小花蝽最不嗜好的猎物,因此第二代的雌成虫寿命、产卵期和产卵量比第一代还低。

(4)供试猎物中,南方小花蝽取食西花蓟马时生长发育最快、繁殖力最高,明显优于其它猎物。但大量繁殖南方小花蝽还应综合考虑各种猎物的特点,如饲养猎物的难易程度、饲养成本、操作的难易程度等。因此,还需要进一步研究以确定规模化饲养南方小花蝽的饲喂猎物。

致谢:贵州大学农学院植物保护系 2007 级本科生赵倩和杨庭婷参加了实验,特此致谢。

References:

[1] Zhou W R, Wang R. Rearing of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) with natural and artificial diets. Chinese Journal of Biological Control, 1989, 5(1): 9-12.

[2] Cocuzza G E, De Clercq P, Van de Veire M, De Cock A, Degheele D, Vacante V. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1997, 82: 101-104.

[3] Eubanks M D, Denno R F. Health food versus fast food: the effects of prey quality and mobility on prey selection by a generalist predator and indirect interactions among prey species. Ecological Entomology, 2000, 25(2): 140-146.

[4] Mendes S M, Bueno V H P, Argolo V M, Silveira L C P. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae). Revista Brasileira de Entomologia, 2002, 46(1): 99-103.

[5] Nakashima Y, Hirose Y, Kinjo K. Rearing *Orius sauteri* (Poppius) on diet of freeze-dried larval powder of melon fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 1996, 40(1): 80-82.

[6] Kohno K, Kashio T. Development and prey consumption of *Orius sauteri* (Poppius) and *Orius minutus* (Heteroptera: Anthocoridae) fed on *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Applied Entomology and Zoology, 1998, 33(2): 227-230.

[7] Nagai K, Yano E. Effects of temperature on the development and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae), a predator

of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Applied Entomology and Zoology, 1999, 34(2): 223-229.

[8] Zhang S C. The study of artificial mass rearing technology of *Orius similis* Zheng. Wuhan: Hua Zhong Agricultural University, 2009.

[9] Yang S F. The mass rearing and predatory effect of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Fuzhou: Fu Jian Agriculture and Forestry University, 2008.

[10] Kiman Z B, Yeargan K V. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and Arthropod prey. Annals of the Entomological Society of America, 1985, 78(4): 464-467.

[11] Funao T, Yoshiyasu Y. Development and fecundity of *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) reared on *Aphis gossypii* Glover and corn pollen. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 1995, 39: 84-85.

[12] Richards P C, Schmidt J M. The effects of the selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). Canadian Entomologist, 1996, 128(2): 171-176.

[13] Wang F H, Zhou W R, Wang R. The biological observation and the rearing method of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Natural Enemies of Insects, 1998, 20(1): 42-44.

[14] Arijs Y, Clercq P D. Liver-based artificial diets for the production of *Orius laevigatus*. BioControl, 2004, 49(5): 505-516.

[15] Tan X L, Wang S, Li X L, Zhang F. The study of microencapsulated artificial diet prescription and application in *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). Acta Entomologica Sinica, 2010, 53(8): 891-900.

[16] Birch L C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology, 1948, (17): 15-26.

[17] Paik C H, Lee G H, Kim D H, Choi M Y, Na S Y, Kim S S. Development, reproduction and longevity of predator *Orius sauteri* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) when reared on three different preys. Korean Journal of Applied Entomology, 2003, 42(1): 35-41.

[18] Sun X H. Comparative studies on the predation and reproduction of *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Authocoridae) consuming both *Frankliniella occidentalis*(Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) and *Tetranychus urtica* Koch (Acari: Tetranychidae). Beijing: Chinese Academy of Agricultural Science, 2009.

[19] Salas-Aguilar J, Ehler L E. Feeding habits of *Orius tristicolor*. Annals of the Entomological Society of America, 1977, 70(1): 60-62

[20] Huang Z Y, Huang L M, Huang S S. Comparison of the effect of two prey species on the population growth of *Orius similis* Zheng and the implications for the control of *Tetranychus urticae* Koch. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(10): 2947-2952.

参考文献:

[1] 周伟儒, 王韧. 用天然和人工饲料饲养小花蝽的研究. 生物防治通报, 1989, 5(1): 9-12.

[8] 张士昶. 南方小花蝽人工规模化饲养技术的研究. 武汉: 华中农业大学, 2009.

[9] 杨淑斐. 东亚小花蝽的群体饲养与捕食作用的研究. 福州: 福建农林大学, 2008.

[13] 王方海, 周伟儒, 王韧. 东亚小花蝽的生物学及其人工繁殖. 昆虫天敌, 1998, 20(1): 42-44.

[15] 谭晓玲, 王甦, 李修炼, 张帆. 东亚小花蝽人工饲料微胶囊剂型的研制及饲养效果评价. 昆虫学报, 2010, 53(8): 891-900.

[18] 孙晓会. 东亚小花蝽对西方花蓟马与二斑叶螨的捕食及其繁殖的比较研究. 北京: 中国农业科学院, 2009.

[20] 黄增玉, 黄林茂, 黄寿山. 两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及对二斑叶螨的控害潜能. 生态学报, 2011, 31(10): 2947-2952.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 18 September, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Hyperspectral characteristics of typical subtopical trees at different levels of simulated acid rain ····· SHI Qilong, JIANG Hong, CHEN Jian, et al (5621)
Wind fields and the development of wind corridors in the urban metropolis of the Pearl River Delta ····· SUN Wu, WANG Yiming, WANG Yuelei, et al (5630)
Dynamics of canopy structure and understory light in montane evergreen broadleaved forest following a natural disturbance in North Guangdong ····· OU Yuduan, SU Zhiyao (5637)
The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of *Orius similis* Zheng ····· ZHANG Changrong, ZHI Junrui, MO Lifeng (5646)
Woody seedling regeneration in secondary succession of monsoon broad-leaved evergreen forest in Puer, Yunnan, Southwest China ····· LI Shuaifeng, LIU Wande, SU Jianrong, et al (5653)
Scale-dependent spatial variation of species abundance and richness in two mixed evergreen-deciduous broad-leaved karst forests, Southwest China ····· ZHANG Zhonghua, HU Gang, ZHU Jiedong, et al (5663)
The spatial heterogeneity of soil nutrients in a mid-subtropical *Castanopsis kawakamii* natural forest ····· SU Songjin, LIU Jinfu, HE Zhongsheng, et al (5673)
Effects of *Vetiveria zizanioides* L. growth on chemical and biological properties of copper mine tailing wastelands ····· XU Decong, ZHAN Jing, CHEN Zheng, et al (5683)
Effects of different irrigation regimes on characteristics of transpiring water-consumption of three desert species ····· SHAN Lishan, LI Yi, ZHANG Ximing, et al (5692)
The response of euhalophyte *Salicornia europaea* L. to different nitrogen forms ····· NIE Lingling, FENG Juanjuan, LÜ Sulian, et al (5703)
Dynamic analysis on spatial pattern of dominant tree species of cold-temperate coniferous forest in the succession process in the Pangquangou Nature Reserve ····· ZHANG Qindi, BI Runcheng, ZHANG Jintun, et al (5713)
Effects of AM fungi on the growth and nutrients of *Salvia miltiorrhiza* Bge. under different soil water and fertilizer conditions ····· HE Xueli, MA Li, MENG Jingjing, et al (5721)
The dynamics of soil respiration in a winter wheat field with plastic mulched-ridges and unmulched furrows ····· SHANGGUAN Yuxian, SHI Ripeng, HAN Kun, et al (5729)
Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean ····· GUO Liyue, LIU XueMei, ZHAN Lijie, et al (5738)
Nitrogen budget modelling at the headwaters of Urumqi River Based on the atmospheric deposition and runoff ····· WANG Shengjie, ZHANG Mingjun, WANG Feiteng, et al (5747)
Evaluating the ecosystem sustainability of circular agriculture based on the emergy theory: a case study of the Xingyuan circular agriculture demonstration site in Fuqing City, Fujian ····· ZHONG Zhenmei, WENG Boqi, HUANG Qinlou, et al (5755)
Effects of cold exposure and recovery on viability and energy consumption in the sub-adult female giant spiny frogs (*Paa spinosa*) ····· LING Yun, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (5763)
A comparison of night-interruption on diapause-averting among two populations of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* ····· CHEN Yuansheng, TU Xiaoyun, CHEN Chao, et al (5770)
Effects of soil erosion control measures on soil organic carbon and total nitrogen in a small watershed ····· ZHANG Yanjun, GUO Shengli, NAN Yafang, et al (5777)
Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities ····· DONG Rencai, GOU Yaqing, LI Siyuan, et al (5786)
Relationship between fish community diversity and environmental factors in the Lianjiang River, Guangdong, China ····· LI Jie, LI Xinhui, JIA Xiaoping, et al (5795)
Effect of dissolved oxygen level on metabolic mode in juvenile crucian carp ····· ZHANG Wei, CAO Zhendong, FU Shijian (5806)
Community composition of net-phytoplankton and its relationship with the environmental factors at artificial reef area in Xiangshan Bay ····· JIANG Zhibing, CHEN Quanzhen, SHOU Lu, et al (5813)
Emergy appraisal on the loss of ecosystem service caused by marine reclamation: a case study in the Taozi Bay ····· LI Ruiqian, MENG Fanping (5825)
Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China ····· YAO Yumin, ZHU Xiaodong, XU Yingbi, et al (5836)

Review and Monograph

Advances in ecological genomics ····· SHI Yongbin, LI Junmin, JIN Zexin (5846)
Advances in studies of ecological effects of ocean acidification ····· WANG Siru, YIN Kedong, CAI Weijun, et al (5859)
Advances in feeding ecology of *Acartia* ····· HU Simin, LIU Sheng, LI Tao, et al (5870)
Research progress on ammonia-oxidizing microorganisms in estuarine ecosystem ····· ZHANG Qiufang, XU Jirong, SU Jianqiang, et al (5878)
Recent progress in research on neutrophilic, microaerophilic iron(Ⅱ)-oxidizing bacteria ····· LIN Chaofeng, GONG Jun (5889)
A comparison study on primary production in typical low-latitude seas (South China Sea and Bay of Bengal) ····· LIU Huaxue, SONG Xingyu, HUANG Honghui, et al (5900)
Advances in leaf maximum carboxylation rate and its response to environmental factors ····· ZHANG Yanmin, ZHOU Guangsheng (5907)
10-years of bird habitat selection studies in mainland China: a review ····· JIANG Aiwu, ZHOU Fang, QIN Yue, et al (5918)

Scientific Note

The effects of incubation temperature on embryonic metabolism and hatchling behavior in the Red-banded Snake, *Dinodon rufozonatum* ····· SUN Wenjia, YU Xiao, CAO Mengjie, et al (5924)
Sensitivity analysis and dynamics of soil microbial biomass carbon, nitrogen and related parameters in red-yellow soil of tea garden with different fertilization practices ····· WANG Limin, QIU Shanlian, LIN Xinjian, et al (5930)
Effect of fertilizers on cd uptake of two edible amaranthus herbs ····· LI Ningyu, LI Zhian, ZHUANG Ping, et al (5937)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933　　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址: 100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　　话**: (010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@ rcees. ac. cn　　**网　　址**: www. ecologica. cn

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 32 卷　第 18 期　(2012 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32　No. 18 (September, 2012)

编　　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www. ecologica. cn shengtaixuebao@ rcees. ac. cn
主　　编	冯宗炜
主　　管	中国科学技术协会
主　　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085
出　　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1R00717
印　　刷	北京北林印刷厂
发　　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net
订　　购	全国各地邮局
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www. ecologica. cn Shengtaixuebao@ rcees. ac. cn
Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933　CN 11-2031/Q　　国内外公开发行　　国内邮发代号 82-7　　国外发行代号 M670　　定价 70.00 元