

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第34卷 第4期 Vol.34 No.4 **2014**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 4 期

2014 年 2 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 富营养化湖泊溶解性有机碳生物可利用性研究进展 叶琳琳,孔繁翔,史小丽,等 (779)
- 黄河下游平原农业景观中非农生境植物多样性 卢训令,梁国付,汤茜,等 (789)

个体与基础生态

- 锰胁迫对杠板归细胞超微结构的影响 王钧,邬卉,薛生国,等 (798)
- 不同渗氧能力水稻品种对砷的耐性和积累 吴川,莫竞瑜,薛生国,等 (807)
- 弱光下水分胁迫对不同产地披针叶茴香幼苗生理特性的影响 曹永慧,周本智,陈双林 (814)
- 不同分枝数对桑树幼苗生长发育的影响 邹慧慧,胥晓,刘刚,等 (823)
- 斑膜合垫盲蝽若虫在国槐上的空间分布型及抽样技术 朱惠英,沈平,吴建华,等 (832)
- 连作苹果园土壤真菌的 T-RFLP 分析 尹承苗,王功帅,李园园,等 (837)
- 棉隆对苹果连作土壤微生物及平邑甜茶幼苗生长的影响 刘恩太,李园园,胡艳丽,等 (847)
- 两株具有芪降解功能的植物内生细菌的分离筛选及其特性 孙凯,刘娟,李欣,等 (853)

种群、群落和生态系统

- 温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育繁殖的影响 李迎洁,王梓英,张国豪,等 (862)
- 高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响 贾婷婷,毛亮,郭正刚 (869)
- 三工河流域琵琶柴群落特征与土壤因子的相关分析 赵学春,来利明,朱林海,等 (878)
- 岷江干旱河谷造林对土壤微生物群落结构的影响 王卫霞,罗达,史作民,等 (890)
- 滩涂围垦和土地利用对土壤微生物群落的影响 林黎,崔军,陈学萍,等 (899)
- 福寿螺对稻田水生植物群落结构的影响 赵本良,章家恩,戴晓燕,等 (907)
- 4 种木本植物在潜流人工湿地环境下的适应性与去污效果 陈永华,吴晓芙,郝君,等 (916)
- 基于静态箱式法和生物量评估海北金露梅灌丛草甸碳收支 李红琴,李英年,张法伟,等 (925)
- 初始 pH 值对碱性和酸性水稻土微生物铁还原过程的影响 吴超,曲东,刘浩 (933)

景观、区域和全球生态

- 库姆塔格柽柳沙包年层稳定碳同位素与气候环境变化 张锦春,姚拓,刘长仲,等 (943)

资源与产业生态

- 大棚甜瓜蒸腾规律及其影响因子 张大龙,常毅博,李建明,等 (953)
- 盐胁迫下荒漠共生植物红砂与珍珠的根茎叶中离子吸收与分配特征 赵昕,杨小菊,石勇,等 (963)
- 普通鹿蹄草品质与根际和非根际土壤的关系 耿增超,孟令军,刘建军 (973)

作物种植前后土壤有机质及养分因子的空间变异分析 方 斌,吴金凤 (983)

城乡与社会生态

城市河流健康评价指标体系构建及其应用 邓晓军,许有鹏,翟禄新,等 (993)

西藏生态足迹与承载力动态分析..... 安宝晟,程国栋 (1002)

研究简报

三峡库区岸坡消落带草地、弃耕地和耕地土壤微生物及酶活性特征 马 朋,李昌晓,雷 明,等 (1010)

盐胁迫对 2 种栎树苗期生长和根系生长发育的影响..... 王树凤,胡韵雪,孙海菁,等 (1021)

恒温 and 变温驯化对大蟾蜍蝌蚪热耐受性的影响 王立志 (1030)

学术信息与动态

国际生物土壤结皮研究发展态势文献计量分析..... 贺郝钰,侯春梅,迟秀丽,等 (1035)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 264 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 30 * 2014-02



封面图说: 大蟾蜍蝌蚪群——大蟾蜍别名癞蛤蟆,体长达 10cm 以上,身体肥胖,四肢短,步态及齐足跳的姿势具特征性。其背部皮肤厚而干燥,通常有疣,呈黑绿色,常有褐色花斑,趾间具蹼。毒腺在背部的疣内,受惊后毒腺分泌或射出毒液。大蟾蜍早春在水中繁殖,可迁移至 1.5km 外或更远的适合繁殖的池塘,产卵量很大,产卵数天后蝌蚪即可孵出,1—3 个月后发育为蟾。大蟾蜍常作为实验动物或药用动物,其耳后腺和皮肤腺的白色分泌物可制成“蟾酥”,可治疗多种疾病。研究表明,大蟾蜍蝌蚪最高逃避温度和最高致死温度比最适温度产生的影响要大。

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

DOI: 10.5846/stxb201210081389

李迎洁,王梓英,张国豪,刘怀.温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育繁殖的影响.生态学报,2014,34(4):862-868.

Li Y J, Wang Z Y, Zhang G H, Liu H. Effects of different temperatures on the growth and development of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara). Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(4): 862-868.

温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育繁殖的影响

李迎洁, 王梓英, 张国豪, 刘 怀*

(西南大学植物保护学院, 重庆 400716)

摘要:通过室内试验研究了温度对柑橘始叶螨 *Eotetranychus kankitus* (Ehara) 生长发育和繁殖的影响, 组建了柑橘始叶螨在 7 种温度下 (18、21、24、27、30、33℃ 和 36℃) 的实验种群生命表。结果表明, 柑橘始叶螨的生长发育、繁殖和生命表参数在不同温度之间有显著差异。卵在 36℃ 条件下不能正常孵化, 其他 6 个温度对该螨的种群适合度有显著影响; 发育历期与温度基本呈负相关; 整个世代温度 (T) 和发育速率 ($V_{(G)}$) 拟合的线性日度方程和 Logistic 模型分别为 $V_{(G)} = -0.037 + 0.004 T (R^2 = 0.879)$ 和 $V_{(G)} = 0.080 / (1 + \text{EXP}(7.402 - 0.363T)) (R^2 = 0.973)$; 世代发育起点温度和有效积温分别为 12.38℃ 和 220.00d · °C; 每雌产卵总量在 27℃ 下最高, 为 73.4 粒, 18℃ 下最低, 为 35.3 粒; 卵的孵化率、幼、若螨的存活率在 27℃ 下最大, 分别为 99.75%、96.18% 和 97.54%, 18℃ 下最小, 分别为 99.01%、94.05% 和 93.15%; 在 6 种温度下内禀增长力 r_m 值分别为 0.0372、0.0757、0.1024、0.1195、0.1469、0.1427; 净增值率 R_0 分别为 9.3241、16.0162、16.6874、20.4564、21.1958、8.8142。由此推断, 21—30℃ 是柑橘始叶螨生长发育和繁殖的最适温度范围。

关键词:柑橘始叶螨; 温度; 实验种群; 生命表

Effects of different temperatures on the growth and development of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara)

LI Yingjie, WANG Ziyang, ZHANG Guohao, LIU Huai*

College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: In order to explore the effects of temperatures on the growth, development and reproduction of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara) in the laboratory, the experimental population life tables of *Eotetranychus Kankitus* at seven different temperatures (18℃, 21℃, 24℃, 27℃, 30℃, 33℃, and 36℃) were established in laboratory. The results showed that the growth, development, reproduction, and life table parameters of *Eotetranychus Kankitus* were significantly affected by different temperatures. Eggs cannot hatch at 36℃, and other six temperatures had significant influence on the population fitness of *Eotetranychus Kankitus*. The developmental period was negatively correlated with the temperature. The relationship between temperature (T) and developmental rate ($V_{(G)}$) for whole generation could be described by the linear model $V_{(G)} = -0.037 + 0.004 T (R^2 = 0.879)$ and Logistic model $V_{(G)} = 0.080 / (1 + \text{EXP}(7.402 - 0.363T)) (R^2 = 0.973)$. The developmental threshold temperature and effectively accumulated temperature for the whole generation were 12.38℃ and 220.00 degree day, respectively. The highest eggs laid per female was 73.4 at 27℃, while the least was 35.3 at 18℃; The greatest hatching rates (99.75%), survival rate of larva (96.18%) and nymph (97.54%) were, all observed at 27℃., whereas the least were 99.01%, 94.05% and 93.15% at 18℃, respectively. The r_m under six different temperatures were 0.0372, 0.0757, 0.1024, 0.1195, 0.1469 and 0.1427, while the R_0 were 9.3241, 16.0162, 16.6874, 20.4564, 21.1958

基金项目:重庆市自然科学基金资助项目 (cstcjjA80009); 中央高校基本科研业务费资助项目 (XDJK2011C010)

收稿日期:2012-10-08; **修订日期:**2013-06-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuhuai@swu.edu.cn

and 8.8142, respectively. It was concluded that temperature had a great effect on the development of *Eotetranychus kankitus* and the optimum temperature range for the mite is from 21°C to 30°C.

Key Words: *Eotetranychus kankitus* (Ehara); temperature; experimental population; life table

柑橘始叶螨 *Eotetranychus kankitus* (Ehara) 又名四斑黄蜘蛛, 俗称柑橘黄蜘蛛, 属蛛形纲 Arachnida、蜱螨亚纲 Acari、蜱螨目 Acarina、叶螨科 Tetranychidae、始叶螨属 *Eotetranychus*^[1]。该螨个体微小、繁殖力强, 世代重叠现象较明显, 主要栖息于叶片背面吸食汁液, 并有吐丝拉网习性。不仅使当年产量下降, 还影响次年树势, 并且随着抗药性的产生, 其防治难度也不断加大^[2]。

柑橘始叶螨是我国四川、湖北等地区柑橘的主要害螨之一, 它主要危害柑橘类、桃、葡萄、豇豆等 10 多种植物, 20 世纪 80 年代有学者对其进行研究, 但研究内容主要集中在该螨种群动态与环境因子的主分量分析^[3-6]和柑橘始叶螨只在温度较低地区危害的动态分析和防控技术^[7-10]。然而目前该螨在全国大部柑橘产区危害都较为严重, 加之全球气候变化中的温度升高, 全世界地表平均温度在上个世纪增加了 0.74°C, 并且在未来还会持续增加, 出现冬春气温偏高^[11-12], 那么高温对柑橘始叶螨的发生和危害影响如何? 本文构建了 7 个温度下的实验种群生命表, 旨在深入理解以温度升高为主要特征的气候变暖对该螨适合度影响, 为全球气候变暖下螨类发展预警提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试螨源

柑橘始叶螨采自四川省安岳县柠檬树的果实及叶片, 在实验室通过单头纯化饲养, 以柠檬叶为寄主食物建立实验种群, 作为供试螨源。

1.2 实验仪器与材料

RXZ 型智能 PQX 型多段人工气候箱 (宁波江南仪器厂)、0 号细毛笔、培养皿、滤纸、解剖镜、海绵、脱脂棉、瓷盘等。

1.3 室内饲养方法

饲养方法参照海绵水盘法^[17-19]。试验温度设置 18、21、24、27、30、33°C 和 36°C 7 个梯度, 以 RXZ 型智能 PQXI 型多段人工气候箱, 温差幅度 ± 1°C, 光周

期 14:10 (L:D)。采用直径 9 cm 培养皿作为饲养皿, 在其内置浸水海绵, 上面平铺一张滤纸, 其上放置叶被朝上的柠檬叶片, 用脱脂棉条围住叶缘。试验中要视温度情况保持滤纸湿度。从群集饲养的螨源内选取已开始产卵的雌成螨移至饲养皿内的叶片上, 放入各处理温度培养箱, 待其产卵 12h 后移去雌成螨。每天观察两次 (08:00, 20:00), 每一温度处理接卵 30 粒, 3 次重复, 记载卵孵化情况, 并将初孵的幼螨用毛笔挑入新的饲养皿内进行单头饲养。观察各螨态生物学习性, 记载产卵量、成虫寿命等繁殖力情况。

1.4 温度与发育速率的关系

采用线性日度模型和逻辑斯蒂模型拟合发育速率与温度的回归关系式^[13-16]。

1.5 发育起点温度和有效积温

采用直接最优法计算^[17]。

1.6 柑橘始叶螨实验种群生命表的主要指标

根据实验数据组建种群生命表。使用下列各项参数^[20]:

$$\text{净生殖率 } R_0 = \sum L_x m_x;$$

$$\text{内禀增长率 } r_m = \ln(R_0/T);$$

$$\text{种群平均世代时间 } T = \sum L_x m_x X / \sum L_x m_x;$$

$$\text{周限增长率 } \lambda = e^{r_m};$$

$$\text{种群翻倍时间 } t = \ln 2 / r_m$$

式中, L_x 表示任何一个体在 X 期间的存活率; m_x 表示在 X 期间平均每雌产雌数。

1.7 数据处理

实验数据采用 SPSS16.0 和 Excel 数据处理系统中进行处理, 采用 Duncan 氏方差分析比较发育历期、产卵量、发育速率等之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育的影响

2.1.1 7 个温度下各螨态发育历期

柑橘始叶螨在不同温度下的发育历期见表 1。

结果表明,在不同温度下,柑橘始叶螨各发育期的历期差别显著,随着温度的升高,发育历期缩短,在 18℃ 时发育速度最慢。其中,卵在不同的温度下的发育历期差异显著。随着温度的升高,各个螨态的发育时间缩短,在 18—24℃ 之间快速缩短,在 24—

33℃ 之间则缓慢缩短,然而在 33℃ 时第二若螨期历期反而延长,说明高温抑制了若螨的发育。温度是影响柑橘始叶螨发育历期的重要生态因子,在一定范围内温度升高有利于生长发育。

表 1 在相对湿度 75% 时不同温度下柑橘始叶螨各螨态的发育历期 ($M \pm SE$)

Table 1 Developmental periods of *Eotetranychus kankitus* Ehara at different temperatures (RH 75%) ($M \pm SE$)

温度/℃ Temperature	卵期/d Egg	幼螨期/d Larva	第一若螨期/d Nymph(I)	第二若螨期/d Nymph(II)	世代/d Total
18	13 ± 0.11a	6.06 ± 0.06a	6.36 ± 0.13a	9.38 ± 0.15a	41.7 ± 0.40a
21	7.23 ± 0.18b	3.55 ± 0.09b	3.83 ± 0.12b	3.61 ± 0.13b	21.5 ± 0.32b
24	5.43 ± 0.11c	2.81 ± 0.11c	2.65 ± 0.09c	3.48 ± 0.11b	16.4 ± 0.36c
27	4.43 ± 0.07d	2.43 ± 0.07d	2.55 ± 0.06cd	2.79 ± 0.06c	14.6 ± 0.12d
30	4.18 ± 0.04e	2.32 ± 0.10d	2.41 ± 0.08de	2.33 ± 0.09e	13.6 ± 0.15d
33	3.58 ± 0.04f	2.11 ± 0.08e	2.25 ± 0.08e	2.55 ± 0.07d	12.44 ± 0.15e
36	—	—	—	—	—

表中的数据为平均数±标准误差,同列中不同的字母表示经邓肯氏方差分析在 0.05 水平上的差异显著

2.2 柑橘始叶螨各螨态发育速率与温度的关系

根据表 1 中数据,将发育历期(D)转换为发育速率(V), $V = 1/D$,运用线性日度方程和抛物线方程拟合柑橘始叶螨卵、幼螨、第一若螨、第二若螨和

整个世代的发育速率与温度的关系模型见表 2,并对各个模型的拟合效果进行了方差分析(R^2),结果见表 2。

表 2 柑橘始叶螨发育速率与温度模拟方程

Table 2 The equation about the relationship between developmental rate and temperature by linear

	模型 Model	R^2
线性日度方程	$V_{(E)} = -0.136 + 0.013 T$	0.968
	$V_{(L)} = -0.132 + 0.019 T$	0.926
	$V_{(N1)} = -0.112 + 0.018 T$	0.855
	$V_{(N2)} = -0.209 + 0.021 T$	0.901
	$V_{(G)} = -0.037 + 0.004 T$	0.879
	$V_{(E)} = 0.292 / (1 + \text{EXP}(5.034 - 0.231T))$	0.986
Logistic 模型	$V_{(L)} = 0.468 / (1 + \text{EXP}(5.584 - 0.282T))$	0.993
	$V_{(N1)} = 0.430 / (1 + \text{EXP}(7.139 - 0.365T))$	0.982
	$V_{(N2)} = 0.407 / (1 + \text{EXP}(7.004 - 0.349T))$	0.919
	$V_{(G)} = 0.080 / (1 + \text{EXP}(7.402 - 0.363T))$	0.973

$V_{(E)}$ 、 $V_{(L)}$ 、 $V_{(N1)}$ 、 $V_{(N2)}$ 、 $V_{(G)}$ 分别表示柑橘始叶螨卵、幼螨、第一若螨、第二若螨和整个世代的发育速率, T 为温度(℃)

结果表明,线性日度模型虽能在适宜的温度范围内较好的模拟该螨的发育速率随着温度的升高而加快的现象,但是不能反映出高温时发育速率随着温度的升高而趋向于平缓或缓慢下降的特点;然而采用 Logistic 模型能较好的弥补这一点,该模型相关系数也比较大,能客观地反映柑橘始叶螨的发育速率与温度的关系。

2.2.1 柑橘始叶螨不同螨态的发育起点温度和有效积温

柑橘始叶螨各个螨态的发育起点温度和有效积

温均不相同(表 3),柑橘始叶螨幼螨发育起点温度是 10.72℃,世代有效积温为 220.00d·℃。四川省的 1 月最冷平均温度为 6.8℃,四川安岳年有效积温为 5000d·℃ 左右,说明柑橘始叶螨种群在四川省冬季有一定的停滞期,1a 可繁殖 20 代左右。

2.3 柑橘始叶螨的实验种群生命表

2.3.1 不同温度下柑橘始叶螨的产卵量

根据柑橘始叶螨在不同温度下产卵量数据(表 4),每雌产卵量在不同的温度下的发育历期差异显著,但在 24℃ 和 27℃ 之间无明显差异,二者均显著

高于其他温度。当温度低于 18℃ 和高于 30℃ 时每雌产卵量相对较低,在 21—30℃ 之间每雌产卵量差异显著,每雌产卵总量与温度 (T) 之间的关系可用二次抛物线: $y = -6.5119x^2 + 47.374x - 5.7286 (R^2 = 0.941)$ 来拟合,据此可知,在温度为 27℃ 时每雌产卵

总量最高。温度对于日产卵量影响较大,随着温度的升高日产卵量升高。在 33℃ 每雌产卵量比较低,而日产卵量比较高,这可能是由于 33℃ 下的雌螨的发育历期比较短的原因。因此,利于柑橘始叶螨繁殖的适宜温度是 21—30℃。

表 3 不同螨态的发育起点温度和有效积温

Table 3 Developmental threshold temperature and effective thermal summation at different temperatures

螨态 Stage	卵 Egg	幼螨 Larva	第一若螨 Nymph (I)	第二若螨 Nymph (II)	整个世代 Total
发育起点温度 Developmental threshold temperature/℃	12.56 ±0.12	10.72 ±0.06	11.02 ±0.01	13.79 ±0.05	12.38±0.06
有效积温 Effective thermal summation/(d · ℃)	67.32 ±0.11	41.54 ±0.02	42.16 ±0.01	37.46 ±0.02	220±1.44

表 4 不同温度下柑橘始叶螨的产卵量(粒) (M ± SE)

Table 4 The egg of various stages of *Eotetranychus kankitus* Ehara at different temperatures(numbers)

温度/℃ Temperature	每雌产卵总量/粒 Oviposition amount per female	日平均产卵量/粒 Female offspring per day per female
18	35.3±0.67a	0.69±0.06a
21	67.5±0.56c	1.6±0.06b
24	72.5±1.36e	2.4±0.12c
27	73.4±0.45e	2.79±0.16d
30	70.8±0.31d	3.49±0.18e
33	55.2±0.51b	3.67±0.22e
36	—	—

表中的数据为平均值±标准误差,同列中不同的字母表示经邓肯氏方差分析在 0.05 水平上的差异显著

2.3.2 不同温度下柑橘始叶螨的卵的孵化率和各螨态的存活率

卵的孵化率随着温度的变化不明显,在低温和高温下卵的孵化率偏低。各螨态的存活率随温度的变化而变化,尤其低温条件下各螨态的存活率相对较低。在 18℃—33℃ 范围内,卵的孵化率和幼螨的存活率与温度的关系分别可用二次抛物线方程表示: $y(\text{Egg}) = -0.1054x^2 + 0.7961x + 98.28 (R^2 = 0.9661)$ 和 $y(\text{Larva}) = -0.5943x^2 + 4.3066x + 89.102 (R^2 = 0.929)$, 据此,在温度为 27℃ 时幼螨的孵化率和若螨的存活率最高(图 1)。

2.3.3 不同温度下柑橘始叶螨实验种群的生命表

通过分析并组建不同温度下柑橘始叶螨实验种群生殖力生命表,从生命表参数了解柑橘始叶螨的生长繁殖、实验种群动态与温度之间的关系,可为以后田间的种群动态趋势预测提供理论依据。

根据在 18—33℃ 6 个温度下所观察的种群生殖力资料,计算出计算出种群的净增殖率(R_0)、平均世代时间(T)、内禀增长力(r_m)、周限增长率(λ)和种

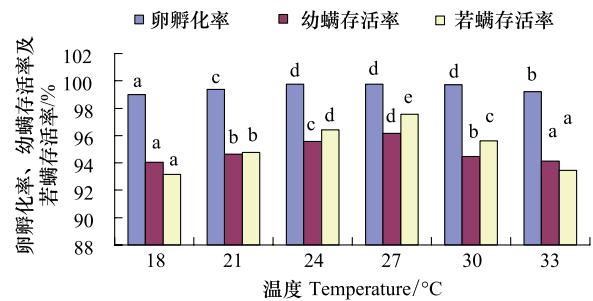


图 1 不同温度下柑橘始叶螨卵孵化率和螨态的存活率

Fig.1 The survival rate of various stages of *Eotetranychus kankitus* Ehara at different temperatures

群翻倍时间(t)(表 7)。结果表明,在 18—33℃ 范围内,种群平均世代时间随着温度的升高而缩短,周限增长率(λ)均大于 1,表明种群在此温度范围内作几何级数增加。种群加倍时间(t)是一个综合性参数,它取决于多个生态因子,从表中可以看出,随着温度的升高而降低。种群净生殖率(R_0)与内禀增长率(r_m)变化趋势相似,30℃ 时 r_m 的观察值最大。每雌螨产卵量在 21—30℃ 之间产卵量较高,尤其 24℃ 的产卵量接近于 18℃ 的 2 倍,随着温度的升高产卵

量下降。高温下的产卵量下降是符合能量分配策略,即随着高温胁迫的加强,柑橘始叶螨体内的更多能量用于生存,以至生殖的能量配比有所下降。从

子代比例可知,21℃雌性子代比例最小,33℃时最大,说明通过调整雌雄性比来抵御外来环境的变化。

表 5 不同温度下柑橘始叶螨实验种群的生命表参数

Table 5 Life table parameters of experimental population for *Eotetranychus kankitus* Ehara at different temperatures

种群参数 Life Table parameters	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃	33℃	36℃
净生殖率(R_0) Net reproductive rate	9.324±0.06	16.016±0.14	16.687±0.08	20.456±0.19	21.196±0.05	8.814±0.07	—
内禀增长力(r_m) Intrinsic increase rate	0.037±0.03	0.076±0.01	0.102±0.01	0.120±0.001	0.147±0.02	0.143±0.02	—
种群平均世代时间(T) Mean generation time	59.996±0.26	36.627±0.07	27.494±0.69	25.257±0.51	20.794±0.28	15.256±0.58	—
周限增长率(λ) Finite increase rate	1.038±0.01	1.079±0.02	1.108±0.01	1.127±0.01	1.158±0.02	1.153±0.01	—
种群翻倍时间(t) Population doubling time	18.633±0.26	9.153±0.58	6.771±0.01	5.800±0.14	4.720±0.08	4.857±0.06	—
子代性比 Sex ratio	1.58:1	1.42:1	1.62:1	1.97:1	2.31:1	2.64:1	—
每雌产卵总量/粒 Oviposition amount per female	35.3±0.67	67.5±0.56	72.5±1.36	73.4±0.45	70.8±0.31	55.2±0.51	—

3 结论与讨论

生命表方法被广泛应用于研究、分析环境因子对昆虫(螨类)种群数量变动的影响。我国台湾学者 Chi 提出的发育期结构生命表^[21],特别适合于描述具有世代重叠的昆虫和螨类,其涉及到的参数如净增值率 R_0 、内禀增长率 r_m 、发育速率、存活率、产卵量等可以从在不同的侧面评价昆虫对寄主植物的适应性。一般而言,螨类较短的发育时间和较大的繁殖能力能够反映出螨类对温度的适应性。本实验结果表明 7 种温度对柑橘始叶螨不同生育阶段产生不同的影响,单从发育历期看,柑橘始叶螨的发育历期的研究已有报道^[22],邹军锐等^[23]在 22、25、28℃下得到的柑橘始叶螨的发育历期为 27.248、21.924、16.839d。本研究发现,在相同条件下比较,本文研究结果为柑橘始叶螨的发育历期明显要短,耐高温现象比较明显。本文结果表明温度是影响柑橘始叶螨实验种群的关键因子,认为关于温度升高直接或间接影响柑橘始叶螨发生发展。

本研究各个温度条件下各虫态的历期均以卵期均最长,因此本阶段防治应选择一些对柑橘始叶螨卵杀伤力大的杀虫(螨)剂。本实验建立了温度变化与柑橘始叶螨的发生速率的模型:整个世代温度(T)

和发育速率($V_{(G)}$)拟合的线性日度方程和 Logistic 模型。通过不同温度和柑橘始叶螨的发育速率的相关性分析,表明柑橘始叶螨增长同温度升高的相关性成显著水平。尽管本实验中 Logistic 曲线能较好地描述柑橘始叶螨的发育速率与温度的关系,但不能全面的反映在其能存活的温度的整个温区的发育速率的变化情况,因而进一步的深入研究仍是必要的^[25]。

本文不同温度下柑橘始叶螨实验种群生命表的分析表明,分析了温度对柑橘始叶螨的生长发育和繁殖的影响,在不同温度下,柑橘始叶螨的发育历期、繁殖力和存活率之间存在明显的差异,从而影响了种群内禀增长率的变化。在 33℃条件下内禀增长率略低于 30℃时的内禀增长率,表明高温能导致短期内柑橘始叶螨种群剧增。该结果对生产中分析该虫种群动态具有一定的指导意义。种群加倍时间(t)是一个综合性参数,随着温度的升高而降低。种群平均世代时间也是随着温度的升高而降低。这与周良、郭振中等人的实验结果基本吻合。

尽管实验种群生命表所反映的种群动态变化和自然种群尚存在一定差别。但从本实验可知,21—30℃之间是最有利于柑橘始叶螨的生长发育,这似可解释在当今“全球气候变暖”大环境下,柑橘始叶

螨的发生期提前,低温适生种群密度下降,高温适生种群密度增加,该螨对温度的适应范围越来越广,尤其在高温地区的危害更为严重,这说明该螨对高温的环境具有很强的适应能力,使该螨的生长季节加长、繁殖代数增加、种群增长加快,使全年发生的数量增大,这与前人研究该螨只在 20—25℃ 范围内生长繁殖的结论不同^[9],这为今后柑橘始叶螨的防治提供参考依据。另外,已有研究表明温度升高为特征的气候变暖也可能改变寄主植物-害虫-天敌的物候同步性和昆虫原有种间互作关系^[26],为更好探明环境对于柑橘始叶螨发生为害的影响,今后有必要进一步开展相对湿度、光周期、寄主等综合因子对柑橘始叶螨的生长发育影响的研究,以便于更加系统、全面地揭示出环境因子对其世代的影响机制。

References:

- [1] Wang H F. Economic insect fauna of China. Beijing: Science press, 1981.
- [2] Wei D, Wang T. The spatial distribution pattern and integrated control of *Eotetranychus kankitus* (Ehara). Plant doctor, 2011, 24(2): 18-19
- [3] Zhi J R. A Study of *Eotetranychus kankitus* and its important natural enemy, *Amblyseius nicholsi*. Journal of Guizhou Agric. Coll., 1997, 16(3): 22-26.
- [4] Li L S. The study of Growth factors in *Eotetranychus kankitus*. Journal of Southwest Agricultural College, 1982, 4(3): 23-29.
- [5] Chen J L, Li L S. Analysis on the transferring damage of Citrus Yellow Mite, *Eotetranychus kankitus* Ehara in Spring. Journal of Southwest Agricultural College, 1985, 7(3): 91-97.
- [6] Zhao Z M. The study on the population dynamics of *Eotetranychus kankitus* Ehara; Environmental factors of principal component analysis. Journal of Southwest Agricultural College, 1985, 7(3): 98-102.
- [7] Ye G C. The resistance mechanisms and control strategies of the Citrus mites. Jiangxi Gardening, 2005, 4(28): 14-14.
- [8] Huang J S. The technique of *Neoseiulus cucumeris* controls the Citrus mites. Fujian Agricultural Science and Technology, 2009, 10(6): 58-59.
- [9] Gong D G, Zhao K. Causes of the outbreak of *Eotetranychus Kankitus* Ehara in Xiangxi Autonomous Prefecture and its comprehensive control methods. Hunan Agricultural Sciences, 2004, (3): 34-36.
- [10] Chen J X. The occurrence and pest control of *Eotetranychus kankitus* Ehara. Sichuan agricultural science and technology, 2002, (7): 31-31.
- [11] Collins S, Bell G. Phenotypic consequences of 1000 generations of selection at elevated CO₂ in a green alga. Nature, 2005, 43(1): 566-569.
- [12] Cannon R J C. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. Global Change Biology, 1998, 4: 785-796.
- [13] Niu Y H, Zhou C Y, Hua L. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on 4 host plants. Journal of Northwest A & F University (Nat. Sci. Ed.), 2008, 36(3): 166-170.
- [14] Zhi J R, Li J Z, Gai H T. Life table for experimental population of *Frankliniella occidentalis* feeding on leguminous vegetables. Chinese Bulletin of Entomology, 2010, 47(2): 313-317.
- [15] Ugine Todd A. Developmental times and age-specific life tables for lygus lineolaris (Heteroptera: Miridae) reared at multiple constant temperatures. Environmental Entomology. 2012, 41(1): 1-10.
- [16] Ugine T A, Sanderson, J P, Wraight Stephen P.. Developmental times and life tables for shore flies, *Scatella tenuicosta* (Diptera: Ephydriidae) at three temperatures. Environmental Entomology. 2007, 36(5): 989-997.
- [17] Sun X G, Zhou C G, Liu Y M, Liang H, Cui Z P. Studies on bionomic and effective accumulation temperature of *Eotetranychus Populi* (Koch) (Acariformes: Tetranychidae). Acta Entomologica Sinica, 1996, 39(2): 166-172.
- [18] Zhou L, Yue B S, Zou F D. Life table studies of *Eotetranychus kankitus* (Acari Tetranychidae) at different temperatures. Systematic & Applied Acarology, 1999, 4(3): 69-73.
- [19] Han B M, Jin D Y, Lu L S. Life table of *Panonychus ulmi* experimental population under different temperature. Chinese Bulletin of Entomology, 2007, 44(2): 226-228.
- [20] Han L Z, Zhai B P, Zhang X X. Life table of the laboratory population of *Spodoptera exigua* (H. bner) at different temperatures. Acta Entomologica Sinica, 2003, 46(2): 184-189.
- [21] Chi H. Life table analysis incorporating bout sexes and variable development rate among individuals. Environmental Entomologist. 1988, 17(1): 26-34.
- [22] Zhou L, Yue B S, Zou F D. Influence of temperature-humidity on the generation period and number of eggs laid of *Eotetranychus kankitus* Ehara. Journal of Sichuan University (Natural Science Edition), 2000, 37(1): 98-102.
- [23] Zhi J R, Guo Z Z. The influence of temperature of the Citrus Yellow Mite (*Eotetranychus kankitus* Ehara). Journal of Guizhou Agric. Coll., 1996, 15(3): 37-42.
- [24] Xu R M, Cheng X Y. Population ecology of insects. Science press, Beijing, 2005, 232-284.
- [25] Wu K J, Gong P Y, Ruan Y M. Estimating developmental rates of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) pupae at constant and alternating temperatures by nonlinear models. Acta Entomologica Sinica, 2009, 52(6): 640-650.
- [26] Chen Y, Ma C S. Effect of global warming on insect; a literature

review. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(8): 2159-2172.

参考文献:

- [1] 王慧英. 中国经济昆虫志(螨目:叶螨总科). 北京: 科学出版社, 1981, 50-52.
- [2] 魏冬,王涛. 柑橘始叶螨的空间分布规律及综合防治. 植物医生, 2011, 24(2): 18-19.
- [3] 鄧军锐. 柑桔始叶螨及其重要天敌尼氏钝绥螨消长规律. 贵州农学院学报, 1997, 16(3): 22-26.
- [4] 李隆术. 桔始叶螨消长因素研究. 西南农学院学报, 1982, 4(3): 23-29.
- [5] 陈杰林, 李隆术. 桔始叶螨春季转移危害的动态分析. 西南农业大学学报, 1985, 7(3): 91-97.
- [6] 赵志模. 桔始叶螨种群动态研究-环境因子的主分量分析. 西南农业大学学报, 1985, 7(3): 98-102.
- [7] 叶根成. 柑橘害螨的抗性机理及防治对策. 江西园艺, 2005, 4(28): 14-14.
- [8] 黄加盛. 胡瓜钝绥螨控制柑桔害螨的技术. 福建农业科技, 2009, 10(6): 58-59.
- [9] 龚道国 赵葵. 湘西自治州柑桔始叶螨大发生原因及综合治理对策. 湖南农业科学, 2004, (3): 34-36.
- [10] 陈玖勋. 柑桔始叶螨的发生与防治. 四川农业科技, 2002, (7): 31-31.
- [13] 牛永浩, 周长勇, 花蕾. 二斑叶螨在 4 种寄主植物上的实验种群生命表组建与分析. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(3): 166-170.
- [14] 鄧军锐, 李景柱, 盖海涛. 西花蓟马取食不同豆科蔬菜的实验种群生命表. 昆虫知识, 2010, 47(2): 313-317.
- [17] 孙绪良, 周成刚, 刘玉美, 梁华, 崔治平. 杨始叶螨生物学和有效积温研究. 昆虫学报, 1996, 39(2): 166-172.
- [19] 韩柏明, 金大勇, 吕龙石. 苹果全爪螨在不同温度下的实验种群生命表. 昆虫知识, 2007, 44(2): 226-228.
- [20] 韩兰芝, 翟保平, 张孝羲. 不同温度下的甜菜夜蛾实验种群生命表研究. 昆虫学报, 2003, 46(2): 184-189.
- [22] 周良, 岳碧松, 邹方东. 温湿度对柑桔始叶螨发育历期和产卵量的影响. 四川大学学报(自然科学版), 2000, 37(1): 98-102.
- [23] 鄧军锐, 郭振中. 温度对柑桔始叶螨实验种群的影响. 贵州农学院学报, 1996, 15(3): 37-42.
- [24] 徐汝梅, 成新跃. 昆虫种群生态学, 北京: 科学出版社, 2005: 232-284.
- [25] 吴坤君, 龚佩瑜, 阮永明. 用非线性模型估测恒温 and 变温下棉铃虫蛹的发育率. 昆虫学报, 2009, 52(6): 640-650.
- [26] 陈瑜, 马春森. 气候变暖对昆虫影响研究进展. 生态学报, 2010, 30(8): 2159-2172.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.4 Feb., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The bioavailability of dissolved organic carbon in the eutrophic lakes YE Linlin, KONG Fanxiang, SHI Xiaoli, et al (779)
- Plant species of the non-agricultural habitats in the lower reaches of the Yellow River plain agro-landscape
..... LU Xunling, LIANG Guofu, TANG Qian, et al (789)

Autecology & Fundamentals

- Manganese stress on the ultrastructures of a manganese tolerant plant, *Polygonum perfoliatum* L.
..... WANG Jun, WU Hui, XUE Shengguo, et al (798)
- Characteristics of arsenic (As) tolerance and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes with different radial oxygen loss
..... WU Chuan, MO Jingyu, XUE Shengguo, et al (807)
- Effects of water stress on physiological characteristics of different *Illicium lanceolatum* ecotypes under low light intensity
..... CAO Yonghui, ZHOU Benzhi, CHEN Shuanglin (814)
- Effect of branch number on the growth and development of *Morus alba* saplings ... HUAN Huihui, XU Xiao, LIU Gang, et al (823)
- Spatial distribution pattern and sampling technique for *Orthotylus* (*O.*) *sophorae* nymphs on *Sophora japonica*
..... ZHU Huiying, SHEN Ping, WU Jianhua, et al (832)
- Assessment of fungal diversity in apple replanted orchard soils by T-RFLP analysis
..... YIN Chengmiao, WANG Gongshuai, LI Yuanyuan, et al (837)
- Effects of dazomet on edaphon and growth of *Malus hupehensis* rehd. under continuous apple cropping
..... LIU Entai, LI Yuanyuan, HU Yanli, et al (847)
- Isolation, identification, and performance of two pyrene-degrading endophytic bacteria SUN Kai, LIU Juan, LI Xin, et al (853)

Population, Community and Ecosystem

- Effects of different temperatures on the growth and development of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara)
..... LI Yingjie, WANG Ziyang, ZHANG Guohao, et al (862)
- Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant niche of alpine meadow communities in the
Qinghai-Tibet Plateau JIA Tingting, MAO Liang, GUO Zhenggang (869)
- Correlation between characteristics of *Reaumuria soongarica* communities and soil factors in the Sangong River basin
..... ZHAO Xuechun, LAI Liming, ZHU Linhai, et al (878)
- Effects of afforestation on soil microbial community structure in the arid valley of Minjiang River
..... WANG Weixia, LUO Da, SHI Zuomin, et al (890)
- Effects of reclamation on tidal flat and land use on soil microbial community
..... LIN Li, CUI Jun, CHEN Xueping, FANG Changming (899)
- Effects of *Pomacea canaliculata* on aquatic macrophyte community structure in paddy fields
..... ZHAO Benliang, ZHANG Jiaen, DAI Xiaoyan, et al (907)
- The adaptability and decontamination effect of four kinds of woody plants in constructed wetland environment
..... CHEN Yonghua, WU Xiaofu, HAO Jun, et al (916)
- Carbon budget of alpine *Potentilla fruticosa* shrubland based on comprehensive techniques of static chamber and biomass harvesting ...
..... LI Hongqin, LI Yingnian, ZHANG Fawei, et al (925)
- Effect of initial pH value on microbial Fe (III) reduction in alkaline and acidic paddy soils ... WU Chao, QU Dong, LIU Hao (933)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Climate environmental change and stable carbon isotopes in age layers of *Tamarix* sand-hillocks in Kumtag desert
..... ZHANG Jinchun, YAO Tuo, LIU Changzhong, et al (943)

Resource and Industrial Ecology

- The critical factors of transpiration on muskmelon in plastic greenhouse ZHANG Dalong, CHANG Yibo, LI Jianming, et al (953)
- Ion absorption and distribution of symbiotic *Reaumuria soongorica* and *Salsola passerina* seedlings under NaCl stress
..... ZHAO Xin, YANG Xiaojun, SHI Yong, et al (963)
- The relationship between selected rhizosphere and non-rhizosphere soil properties and the quality of *Pyrola decorata*
..... GENG Zengchao, MENG Lingjun, LIU Jianjun (973)
- Spatial variation analysis of soil organic matter and nutrient factor for before and after planting crops
..... FANG Bin, WU Jinfeng (983)

Urban, Rural and Social Ecology

- Establishment and application of the index system for urban river health assessment
..... DENG Xiaojun, XU Youpeng, ZHAI Luxin, et al (993)
- Dynamic analysis of the ecological footprint and carrying capacity of tibet AN Baosheng, CHENG Guodong (1002)

Research Notes

- Responses of soil microorganisms and soil enzyme activities to different land use patterns in the water-level-fluctuating zone of
the Three Gorges Reservoir region MA Peng, LI Changxiao, LEI Ming, et al (1010)
- Effects of salt stress on growth and root development of two oak seedlings
..... WANG Shufeng, HU Yunxue, SUN Haijing, et al (1021)
- The effects of constant and variable thermal acclimation on thermal tolerance of the common giant toad tadpoles (*Bufo gargarizans*) ...
..... WANG Lizhi (1030)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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,280 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

本期责任副主编 董 鸣 编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 34 卷 第 4 期 (2014 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 4 (February, 2014)

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	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
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
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	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
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	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@ cspg. net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
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	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行人

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元