

不同橡胶品种对比哈小爪螨生长发育和繁殖的影响

郑丽旧^{1,2,3}, 符悦冠², 张方平², 刘雅^{1,2,3}, 吴知⁴, 陈俊谕^{2*}

1. 海南大学植物保护学院, 海南海口 570228; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南海口 571101; 3. 热带农林生物灾害绿色防控教育部重点实验室, 海南海口 570228; 4. 海南大学林学院, 海南儋州 571737

摘要: 为明确比哈小爪螨在不同主栽橡胶品种上的适应性, 室内采用生物学方法观察比哈小爪螨在‘热研 73397’‘热研 72059’‘热垦 628’‘大丰 95’‘PR107’和‘RRIM600’6个橡胶品种上的发育和繁殖情况, 并组建实验种群生命表。结果表明, 不同橡胶品种对比哈小爪螨的发育和繁殖存在显著影响。比哈小爪螨的世代历期在‘RRIM600’品种上最短, 在‘PR107’上最长, 分别为 11.40 d 和 12.07 d; 在‘热垦 628’上各螨态存活率均达 100%, 在‘PR107’上的幼期存活率最低, 为 75%; 在‘热垦 628’和‘RRIM600’上, 雌成螨寿命较长和单雌产卵量较大, 分别为 12.23 d 和 28.66 粒、10.31 d 和 29.56 粒; 橡胶品种对比哈小爪螨 F₁ 代性比无显著影响。根据种群生命表参数分析结果, 比哈小爪螨在‘RRIM600’和‘热垦 628’上的净增殖率最大, 分别为 29.570 和 28.640; 而在‘PR107’上, 内禀增长率和周限增长率最小, 分别为 0.257 和 1.292, 平均世代历期和种群倍增时间最长, 分别为 9.539 和 2.702。综合分析表明, 比哈小爪螨种群在‘RRIM600’和‘热垦 628’品种上有较好的适应性, 而‘PR107’不利于其种群增长。

关键词: 比哈小爪螨; 橡胶品种; 发育; 繁殖; 生命表

中图分类号: S763.7 文献标识码: A

Effects of Different Rubber Varieties on the Growth and Reproduction of *Oligonychus biharensis*

ZHENG Lijiu^{1,2,3}, FU Yueguan², ZHANG Fangping², LIU Ya^{1,2,3}, WU Zhi⁴, CHEN Junyu^{2*}

1. College of Plant Protection, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China; 3. Key Laboratory of Ministry of Education for Green Prevention and Control of Tropical Plant Diseases and Pests, Haikou, Hainan 570228, China; 4. College of Forestry, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737, China

Abstract: To clarify the adaptability of *Oligonychus biharensis* in different main rubber varieties, the development and reproduction of *O. biharensis* in six rubber varieties, ‘Reyan 73397’ ‘Reyan 72059’ ‘Reken 628’ ‘Dafeng 95’ ‘PR107’ and ‘RRIM600’ were observed by biological methods, and the experimental population life table was established. Different rubber varieties had significant effects on the development and reproduction of *O. biharensis*. The whole generation duration of *O. biharensis* was the shortest in ‘RRIM600’ and the longest in ‘PR107’, which was 11.40 d and 12.07 d, respectively. The survival rate of all mite stage was the highest after feeding on ‘Reken 628’, which was 100%. The value was 75% when feeding on ‘PR107’. The longevity of female *O. biharensis* mites was prolonged and *O. biharensis* had large number of fecundity per female when feeding on ‘Reken 628’ and ‘RRIM600’, which was 12.23 d and 28.66 eggs, 10.31 d and 29.56 eggs, respectively. There was no significant difference in the sex ratio of F₁ generation of *O. biharensis* on different rubber varieties. According to the parameters of population life table, the net reproductive rate of *O. biharensis* was the largest in ‘RRIM600’ and ‘Reken 628’, which was 29.570 and 28.640, respectively. The intrinsic rate of increase and finite rate of increase of *O. biharensis* were the lowest in ‘PR107’, which was 0.257 and 1.292. The mean generation time and double population time were the longest in ‘PR107’, which was 9.539 and 2.702, respectively.

收稿日期 2022-05-19; 修回日期 2022-07-06

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2020YFD1000600); 国家天然橡胶产业技术体系虫害防控岗位 (No. CARS-33-BC2)。

作者简介 郑丽旧 (1997—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农业昆虫与害虫防治。*通信作者 (Corresponding author): 陈俊谕 (CHEN Junyu), E-mail: jychencn@163.com。

In a comprehensive view, it showed that *O. biharensis* had a good adaptability when feeding on 'RRIM600' and 'Reken 628', while it went against the population growth of *O. biharensis* in 'PR107'.

Keywords: *Oligonychus biharensis*; rubber variety; development; reproduction; life table

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.02.015

天然橡胶是我国重要的热带作物之一,也是我国重要的战略物资和重要的经济作物。近年调查发现,在海南、云南和广东等植胶区,橡胶叶螨危害呈加重趋势,其为害可导致橡胶叶片褪绿、光合作用受阻,进而影响橡胶产胶能力^[1]。比哈小爪螨(*Oligonychus biharensis*)是橡胶树重要害螨之一,隶属于叶螨科(Tetranychidae),小爪螨属(*Oligonychus*)^[1-3]。该螨主要通过吸食植物叶片汁液为害,具有发育历期短、繁殖能力强、适应范围广的特点,其寄主广泛,可危害橡胶、荔枝、枇杷等寄主植物^[1, 4-5]。

寄主植物是影响昆(螨)虫生长发育和繁殖的重要因素。不同寄主植物或同一寄主植物不同品种可对昆(螨)虫的生长发育造成影响,甚至无法正常生长发育^[6-7]。如东方真叶螨(*Eutetranychus orientalis*)、截形叶螨(*Tetranychus truncates*)和苹果全爪螨(*Panonychus ulmi*)在同一寄主植物的不同品种上生长发育和繁殖均存在差异^[8-10];六点始叶螨(*Eotetranychus sexmaculatus*)取食抗性橡胶品种'IRCI12'后,该螨不能正常发育和繁殖^[11]。而部分寄主植物品种对昆(螨)虫繁殖的影响更大,如二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)以不同品种苹果为寄主时,相比于生长发育,对其繁殖影响更显著^[12]。

随着品种选育技术的不断发展,橡胶品种类型不断增多,当前我国生产上主要栽种的橡胶品种有'热研 73397' '热研 72059' '热垦 628' '大丰 95' 'PR107' 和 'RRIM600' 等^[13-14]。经调查发现,我国不同植胶区或同一植胶区不同品种上橡胶害螨的种类和发生程度存在差异,如苏雪芳等^[15]和张方平等^[8]报道了六点始叶螨和东方真叶螨在不同橡胶品种上的适应性不同。鉴于比哈小爪螨在我国胶园的发生范围逐渐扩大,橡胶品种对比哈小爪螨种群的适应性是否存在影响尚未明确,因此本研究结合实际生产情况,选取'热研 73397' '热研 72059' '热垦 628' '大丰 95' 'PR107' 和 'RRIM600' 6 个主栽品种来探究其对比哈小爪螨生长发育和繁殖的影响,旨在阐明该螨对 6 个橡胶品种的适应性,并为橡胶害螨的科学防控

和抗虫品种选育提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

供试螨源:比哈小爪螨采自海南省儋州市宝岛新村橡胶园,采用离体橡胶叶片在室内(27±1)℃饲养数代作为供试螨源。

供试寄主:橡胶寄主品种为'热研 73397' '热研 72059' '热垦 628' '大丰 95' 'PR107' 和 'RRIM600';盆栽橡胶苗,统一种植管理,待橡胶苗生长至老化期,备用。

1.2 方法

采集不同橡胶品种的老化期叶片,分别剪成 2 cm×2 cm 的叶碟,放入装有湿润海绵的瓷盘(长×宽=23 cm×10 cm)。挑取若干头雌成螨至叶碟上产卵,24 h 后检查,每叶碟保留 1 粒卵,剔除多余的卵,之后每 24 h 观察 1 次,记录卵的孵化情况以及各螨态的发育历期和存活情况,直至发育至成螨,记录羽化的成螨性别。将羽化的雌成螨和雄成螨进行配对,每 24 h 观察 1 次,观察成螨存活和产卵情况,直至所有雌成螨死亡为止。收集不同品种处理的雌成螨所产卵各 60 粒于叶碟中,每天观察其发育情况,直至全部羽化为成螨为止,记录 F₁ 代雌雄性比。期间每隔 3 d 更换新叶碟,保持叶片新鲜。置于(27±1)℃、相对湿度 75%±5%,L:D=14 h:10 h 的人工气候箱中。每处理 60 头螨虫。

1.3 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 软件进行数理统计。比哈小爪螨实验种群生命表参数的计算方法参考文献[16]。计算公式为:净增殖率 $R_0 = \sum l_x \times m_x$, 世代平均周期 $T = \sum l_x \times m_x \times x / R_0$, 内禀增长率 $r = (\ln R_0) / T$, 周限增长率 $\lambda = e^r$, 种群倍增时间 $D_{t=1} = (\ln 2) / r$ 。式中, l_x 表示雌成螨在 x 日龄的存活率, m_x 表示雌成螨在年龄 x 时的平均产卵量。比哈小爪螨的生物学指标采用单因素方差分析,对发育历期、寿命和产卵量进行 Duncan's 方差分析 ($P < 0.05$)。对存活率和性比原始数据进行反正弦转换后再进行正态分布和方差齐性检验,

若符合假设前提, 则进行方差分析, 若不符合假设前提, 则进行非参数检验。

2 结果与分析

2.1 不同橡胶品种对比哈小爪螨发育历期的影响

橡胶品种对比哈小爪螨的各螨态及世代发育历期具有重要影响(表 1)。卵的发育历期在‘RRIM600’上最长, 在‘热垦 628’上最短, 二者差异显著, 分别为 5.06 d 和 4.85 d。幼螨在‘PR107’上的发育历期显著长于其他品种, 为 2.39 d。第一若螨在‘大丰 95’和‘RRIM600’上的发育历期显著延长, 分别为 2.20 d 和 2.18 d。第二若螨在‘热垦 628’上的发育历期最长, 为

2.48 d, 在‘大丰 95’上的发育历期最短, 为 1.98 d。产卵前期在‘热垦 628’上显著延长。世代历期在‘PR107’上最长, 为 12.07 d, 在‘RRIM600’上最短, 为 11.40 d。总体来看, ‘RRIM600’品种较有利于比哈小爪螨的生长发育。

2.2 不同橡胶品种对比哈小爪螨存活率的影响

比哈小爪螨各螨态在不同橡胶品种之间的存活率呈显著差异(表 2)。以‘PR107’品种为寄主时, 比哈小爪螨的幼期存活率最低, 为 75%。在‘热垦 628’上, 比哈小爪螨不同螨态的存活率均为 100%, 存活率最高; 其次为‘大丰 95’, 幼期存活率为 93.33%。说明‘热垦 628’品种较有利于比哈小爪螨的存活, 其次为‘大丰 95’, 而在‘PR107’上的存活能力较弱。

表 1 不同橡胶品种对比哈小爪螨发育历期的影响

Tab. 1 Effects of different rubber varieties on development duration of *O. biharensis*

d

品种 Variety	卵 Egg	幼螨 Larva	第一若螨 Nymph I	第二若螨 Nymph II	产卵前期 Pre-oviposition period	世代历期 Generation
热研 73397	4.98±0.02 ^a	1.72±0.06 ^c	1.85±0.05 ^b	2.33±0.08 ^a	0.73±0.14 ^{ab}	11.81±0.15 ^{ab}
热研 72059	5.00±0.00 ^a	1.93±0.05 ^b	1.73±0.06 ^b	2.22±0.14 ^{ab}	0.64±0.14 ^{ab}	11.66±0.20 ^{ab}
热垦 628	4.85±0.05 ^b	1.88±0.05 ^{bc}	1.73±0.07 ^b	2.48±0.07 ^a	0.96±0.12 ^a	12.04±0.14 ^a
大丰 95	5.05±0.03 ^a	1.82±0.07 ^{bc}	2.20±0.11 ^a	1.98±0.08 ^b	0.38±0.10 ^b	11.45±0.16 ^b
PR107	5.00±0.00 ^a	2.39±0.07 ^a	1.89±0.07 ^b	2.02±0.08 ^b	0.38±0.13 ^b	12.07±0.32 ^a
RRIM600	5.06±0.03 ^a	1.87±0.06 ^{bc}	2.18±0.09 ^a	2.02±0.09 ^b	0.34±0.14 ^b	11.40±0.16 ^b

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference ($P<0.05$).

表 2 不同橡胶品种对比哈小爪螨存活率的影响

Tab. 2 Effects of different rubber varieties on survival rate of *O. biharensis*

%

品种 Variety	卵 Egg	幼螨 Larva	第一若螨 Nymph I	第二若螨 Nymph II	幼期 Juvenile
热研 73397	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	98.33±1.67 ^a	77.97±5.44 ^c	76.67±5.51 ^c
热研 72059	100.00±0.00 ^a	98.33±1.67 ^a	88.14±4.25 ^b	96.15±2.69 ^{bc}	83.33±4.85 ^{bc}
热垦 628	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a
大丰 95	95.00±2.84 ^a	100.00±0.00 ^a	98.25±1.75 ^a	100.00±0.00 ^a	93.33±3.25 ^{ab}
PR107	86.67±4.43 ^b	98.08±1.92 ^a	92.31±3.73 ^{ab}	95.74±2.98 ^{ab}	75.00±5.64 ^c
RRIM600	86.67±4.43 ^b	100.00±0.00 ^a	96.15±2.19 ^a	92.00±3.88 ^{ab}	76.67±5.51 ^c

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference ($P<0.05$).

2.3 不同橡胶品种对比哈小爪螨成螨寿命和繁殖力的影响

2.3.1 成螨寿命和产卵量 6 个橡胶品种上比哈小爪螨的雌成螨寿命和繁殖力呈显著差异(表 3)。在‘PR107’上, 雌成螨寿命最短, 为 7.44 d; 而在‘热研 72059’上, 单雌产卵量最少, 为 8.59

粒; 在‘热垦 628’和‘RRIM600’上, 雌成螨寿命较长, 分别为 12.23 d 和 10.31 d, 单雌产卵量较大, 分别为 28.66 粒和 29.56 粒, 且产卵期最长, 均为 7.88 d, 2 个品种间差异不显著。说明‘PR107’不利于该螨存活, ‘热研 72059’不利于该螨繁殖, ‘RRIM600’和‘热垦 628’较有利于该螨繁殖。

表 3 不同橡胶品种对比哈小爪螨雌成螨寿命和产卵量的影响

Tab. 3 Effects of different rubber varieties on longevity and fecundity of female adults of *O. biharensis*

品种 Variety	雌成螨寿命 Longevity of adult female/d	单雌产卵量 Fecundity per female	产卵期 Oviposition period/d
热研 73397	8.90±0.51 ^{bc}	15.60±1.75 ^b	4.55±0.49 ^b
热研 72059	7.48±0.52 ^c	8.59±1.69 ^b	2.82±0.44 ^b
热垦 628	12.23±0.62 ^a	28.66±2.68 ^a	7.88±0.63 ^a
大丰 95	8.55±0.51 ^{bc}	10.02±1.23 ^b	4.55±0.47 ^b
PR107	7.44±1.30 ^c	11.47±3.04 ^b	4.94±1.26 ^b
RRIM600	10.31±0.91 ^{ab}	29.56±4.11 ^a	7.88±0.88 ^a

注：同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference ($P < 0.05$).

2.3.2 逐日产卵量和逐日存活率 比哈小爪螨在 6 个橡胶品种上的逐日产卵量和逐日存活率存在

差异，在‘热研 73397’‘热研 72059’和‘热垦 628’上，雌成螨大量死亡出现在产卵高峰期后，而在‘大丰 95’和‘PR107’上则相反（图 1）。在‘热研 73397’和‘热垦 628’上，均在第 5 天出现产卵高峰，逐日产卵量分别为 4.35 粒和 5.00 粒，随后雌成螨大量死亡。在‘热研 72059’上，出现产卵高峰时间最快，第 4 天进入产卵高峰，逐日产卵量为 2.82 粒，随后雌成螨大量死亡。而在‘大丰 95’和‘PR107’上，产卵高峰分别为第 12 天和第 15 天，逐日产卵量分别为 5.50、3.33 粒，雌成螨大量死亡均出现在产卵高峰前。在‘RRIM600’上，产卵高峰期持续时间较长，且出现 2 个明显的产卵高峰，分别在第 12 天和第 18 天，在第 3 天开始逐日产卵量即达到 3.57 粒，最大日产卵量可达 7.00 粒，成虫大量死亡出现在产卵高峰之后。

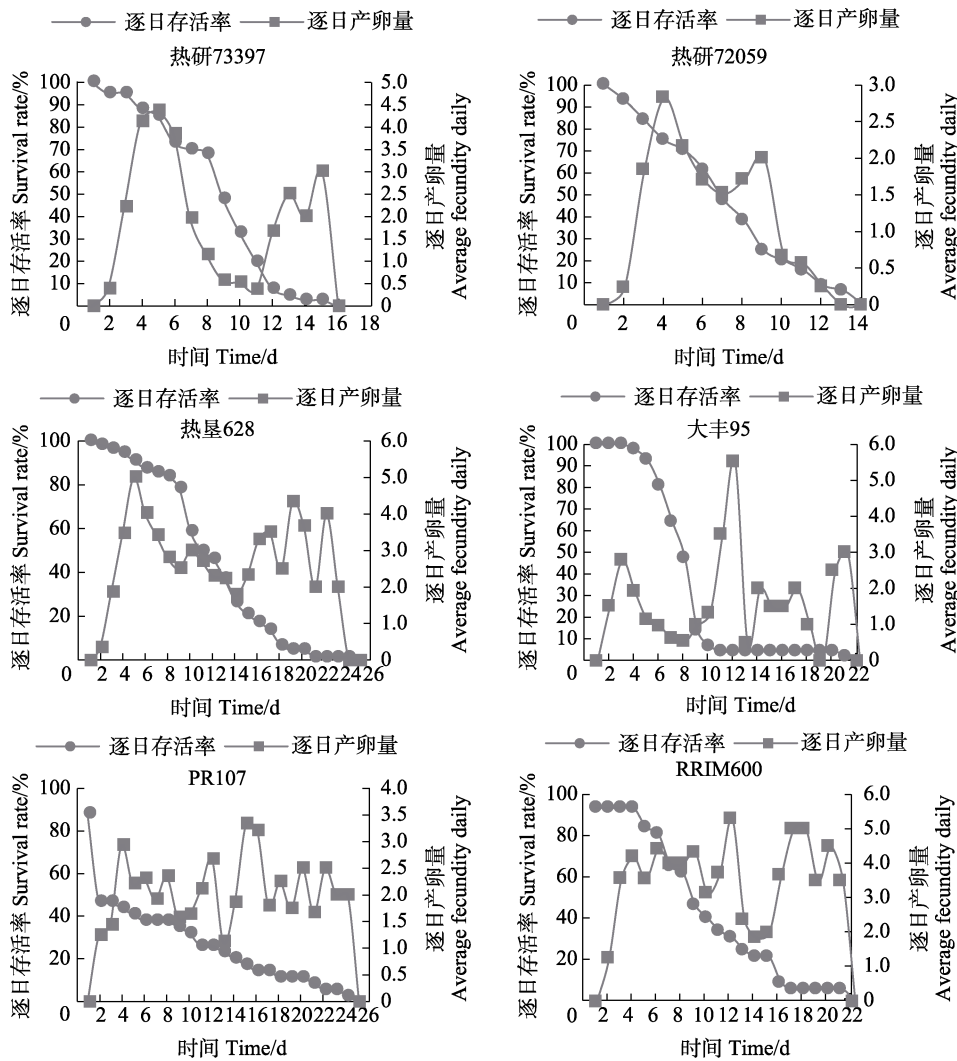
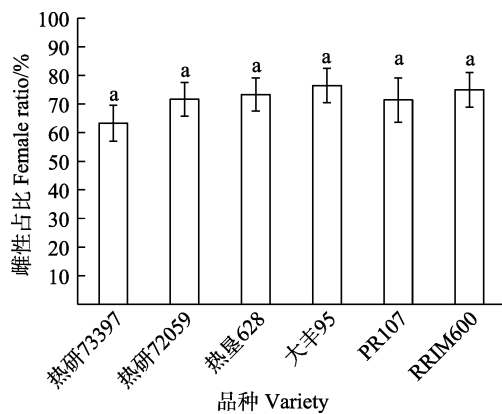


图 1 比哈小爪螨在不同橡胶品种上的逐日存活率和逐日产卵量

Fig. 1 Survival rate and average fecundity daily of *O. biharensis* on different rubber varieties

2.4 不同橡胶品种对比哈小爪螨后代性比的影响

不同橡胶品种对比哈小爪螨的后代性比影响不显著(图 2)。比哈小爪螨在‘热研 73397’的雌性占比最少,为 63%,其次为‘PR107’‘热研 72059’‘热垦 628’和‘RRIM600’,雌性占比分别为 71%、72%、73%和 75%,在‘大丰 95’上占比最大,为 76%。说明不同橡胶品种对比哈小爪螨 F_1 代的雌性比影响不大。



不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。
Different lowercase letters mean significant difference ($P < 0.05$).

图 2 不同橡胶品种对比哈小爪螨 F_1 代雌性比的影响
Fig. 2 Effects of different rubber varieties on female ratio of F_1 generation of *O. biharensis*

2.5 不同橡胶品种上比哈小爪螨的实验种群生命表

由表 4 可知,比哈小爪螨在‘RRIM600’和‘热垦 628’上的净增殖率较大,分别为 29.570 和 28.640;在‘PR107’上,平均世代历期最长,内禀增长率和周限增长率最小,种群倍增所需时间最长,分别为 9.539、0.257、1.292 和 2.702;除‘PR107’外,其他品种处理在平均世代历期、

表 4 不同橡胶品种上比哈小爪螨的实验种群生命表参数
Tab. 4 Life table parameters of experimental population of *O. biharensis* on different rubber varieties

品种 Variety	净增殖率 R_0	平均世代历期 T/d	内禀增长率 r	周限增长率 λ	种群倍增时间 D_r/d
热研 73397	15.590	5.286	0.520	1.681	1.334
热研 72059	8.590	5.229	0.411	1.509	1.685
热垦 628	28.640	7.806	0.430	1.537	1.613
大丰 95	9.980	5.145	0.447	1.564	1.550
PR107	11.550	9.539	0.257	1.292	2.702
RRIM600	29.570	7.405	0.457	1.580	1.516

内禀增长率、周限增长率和种群倍增时间参数值上相差不大。因此,根据生命表参数及其生长发育和繁殖指标综合考虑,认为‘RRIM600’和‘热垦 628’较利于比哈小爪螨种群的增长,而‘PR107’品种最不利于其种群增长。

3 讨论

昆(螨)虫与寄主植物互作关系复杂,寄主本身的营养物质、次生代谢物和叶片结构均可影响昆(螨)虫对寄主的适应性;另昆(螨)虫对不同寄主的适应性表现出差异,与寄主本身具有的抗虫性、耐害性等因素也有关^[17-18]。本研究发现,比哈小爪螨在 6 个橡胶品种上均可正常发育和繁殖,但其对寄主品种的适应性不同。比哈小爪螨在‘RRIM600’和‘热垦 628’上的净增殖率和内禀增长率均最大,在‘RRIM600’上的世代历期最短,单雌产卵量最大,产卵期最长,寿命较长;在‘热垦 628’上的存活率最高,单雌产卵量较大,寿命和产卵期均最长。而在‘PR107’上的世代历期最长,幼期存活率最低,寿命最短,单雌产卵量较少和内禀增长率最小;说明‘RRIM600’和‘热垦 628’是比哈小爪螨种群增长较适宜的寄主品种,而‘PR107’是最不适宜的寄主品种。

昆(螨)虫的生长发育与存活受寄主植物、寄主品种等因素的影响,其发育与存活决定了物种种群的丰富度^[19]。如本研究中比哈小爪螨在 6 个橡胶品种上的世代历期为 11.40~12.07 d,这与在龙眼和杧果寄主上的发育历期(分别为 14.57、20.71 d)存在差异,另与该螨在 4 个荔枝品种上的卵-成螨的发育历期为 16.97~21.05 d 也存在差异,推测与寄主的生理生化物质和组织结构等因素有关。此外,在龙眼和杧果寄主上的存活率分别为 93.8%和 84.1%,在不同荔枝品种上的存活率为 62.73%~82.68%^[5, 20],而在本研究中不同橡胶品种上的存活率为 75%~100%,说明比哈小爪螨的存活除受不同寄主种类影响外,受相同寄主不同品种的影响也很大,其原因可能与寄主叶片营养成分、叶表结构等因素有关。

产卵量是评价昆(螨)虫种群繁衍能力的重要指标。已有研究报道,比哈小爪螨取食龙眼寄主时单雌产卵量为 46.63 粒^[5],这与本研究在橡胶寄主上的产卵量(8.59~29.56 粒)相比,二者差异较大;该螨取食不同荔枝品种时,单雌产卵量

范围为 34.00-68.80 粒^[20],也大于本研究中橡胶寄主上的产卵量,说明比哈小爪螨的繁殖受寄主植物和品种的影响,这与其他害螨的研究结果一致,如二斑叶螨在不同甜瓜、三叶草和玉米寄主上^[21-22],截形叶螨在不同玉米品种上^[23]的产卵量均呈显著差异。昆(螨)虫产卵量的差异与寄主叶片所含的氮、碳物质等有关,氮含量高有利于产卵^[24]。

种群生命表参数受昆(螨)虫种群发育、存活和生殖的影响^[6],由净增殖率可了解种群数量的发展趋势,本研究中比哈小爪螨取食‘RRIM600’和‘热垦 628’时的净增殖率最大,说明在该品种上其种群数量增长较快。较短的世代周期可避免遭受恶劣环境和天敌的捕杀,从而提高昆(螨)虫的存活率^[23]。内禀增长率是判断昆(螨)虫种群增长的重要指标,本研究中比哈小爪螨取食‘RRIM600’橡胶品种时,内禀增长率最大为 0.457,而该螨取食白糖罂荔枝品种时,内禀增长率为 0.2143^[20];取食龙眼寄主时,内禀增长率为 0.1328^[5];取食枇杷寄主时,内禀增长率为 0.3069^[25];相比之下,该螨在橡胶寄主上具有更强的种群增长能力。

本研究仅在室内叶片离体条件下进行观察,而害螨在田间受到诸多环境因子影响,如气象因子、农药和天敌等因素,其结果可能与田间实际情况有所差别,田间不同品种的比哈小爪螨种群发生动态还有待于进一步验证。经研究发现,比哈小爪螨的生长发育与繁殖受寄主植物及品种的影响,推测可能与寄主的营养成分、生理生化物质、次生代谢物及叶片结构等因素有关,具体影响机制有待进一步探究。

参考文献

- [1] 贾静静,符悦冠,张方平,周世豪,聂跃,陈俊谕. 尼氏真绥螨对三种橡胶叶螨的控害效能评价[J]. 应用昆虫学报, 2019, 56(4): 718-727.
JIA J J, FU Y G, ZHANG F P, ZHOU S H, NIE Y, CHEN J Y. Evaluation of *Euseius nicholsi* as a biological control for three species of spider mites in rubber plantations[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2019, 56(4): 718-727. (in Chinese)
- [2] 王慧芙. 中国经济昆虫志[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 95-96.
WANG H F. Chinese economic entomology[M]. Beijing: Science Press, 1981: 95-96. (in Chinese)
- [3] 贾静静,符悦冠,张方平,牛黎明,陈俊谕. 温度对加州新小绥螨捕食比哈小爪螨功能反应的影响[J]. 热带作物学报, 2018, 9(10): 2028-2033.
JIA J J, FU Y G, ZHANG F P, NIU L M, CHEN J Y. Effects of temperature on predatory functional responses of *Neoseiulus californicus* to *Oligonychus biharensis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2018, 9(10): 2028-2033. (in Chinese)
- [4] 张艳璇,林坚贞,季洁,陈霞. 胡瓜钝绥螨对比哈小爪螨捕食作用的研究[J]. 果树学报, 2009, 26(5): 683-686.
ZHANG Y X, LIN J Z, JI J, CHEN X. Studies on the killing effect of predatory of *Neoseiulus cucumeris* on *Oligonychus biharensis*[J]. Journal of Fruit Science, 2009, 26(5): 683-686. (in Chinese)
- [5] 张方平,符悦冠,金启安,张敬宝. 比哈小爪螨在 3 种南方果树上的发育与繁殖[J]. 果树学报, 2007, 24(2): 185-188.
ZHANG F P, FU Y G, JIN Q A, ZHANG J B. Development and fecundity of *Oligonychus biharensis* on three southern fruit crops[J]. Journal of Fruit Science, 2007, 24(2): 185-188. (in Chinese)
- [6] 何超,沈登荣,尹立红,李锡良,和建才,袁盛勇. 不同石榴品种对井上蛀果斑螟生长发育和繁殖的影响[J]. 应用生态学报, 2017, 28(3): 935-940.
HE C, SHEN D R, YIN L H, LI X L, HE J C, YUAN S Y. Effects of pomegranate varieties on the development and fecundity of *Assara inouei* Yamanaka (Lepidoptera: Pyralidae)[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2017, 28(3): 935-940. (in Chinese)
- [7] 张怀江,闫文涛,孙丽娜,张青文,仇贵生. 不同苹果品种对桃小食心虫生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护学报, 2014, 41(5): 519-523.
ZHANG H J, YAN W T, SUN L N, ZHANG Q W, QIU G S. Effects of four apple varieties on the development and fecundity of the peach fruit moth *Carposina sasakii*[J]. Journal of Plant Protection, 2014, 41(5): 519-523. (in Chinese)
- [8] 张方平,朱俊洪,李磊,韩冬银,陈俊谕,牛黎明,符悦冠. 橡胶品种对东方真叶螨实验种群发育及繁殖的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 37(6): 1155-1160.
ZHANG F P, ZHU J H, LI L, HAN D Y, CHEN J Y, NIU L M, FU Y G. Effects of rubber varieties on the development and reproduction of *Eutetranychus orientalis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2016, 37(6): 1155-1160. (in Chinese)
- [9] 邱晔,杨润,陆明星,龚伟荣,胡婕,杜予州. 不同西甜瓜品种对截形叶螨生长发育和繁殖的影响[J]. 应用昆虫学报, 2021, 58(2): 390-397.
QIU Y, YANG R, LU M X, GONG W R, HU J, DU Y Z. Effects of melon cultivars on the growth, development and reproduction of *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae)[J]. Chinese Journal of Applied Entomology,

- 2021, 58(2): 390-397. (in Chinese)
- [10] YIN W D, QIU G S, YAN W T, SUN L N, ZHANG H J, MA C S, UZOKWE P A. Age-stage two-sex life tables of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), on different apple varieties[J]. Journal of Economic Entomology, 2013, 106(5): 2118-2125.
- [11] 张会英, 卢芙蓉, 卢辉, 徐雪莲, 李迁, 陈青, 华玉伟, 胡彦师, 黄华孙. 抗、感橡胶树种质对六点始叶螨发育与繁殖的影响[J]. 热带作物学报, 2014, 35(6): 1166-1171.
ZHANG H Y, LU F P, LU H, XU X L, LI Q, CHEN Q, HUA Y W, HU Y S, HUANG H S. Development and reproduction comparison of six-spotted spider mite *Eotetranychus sexmaculatus* (Riley) feeding on resistant and susceptible rubber germplasm[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2014, 35(6): 1166-1171. (in Chinese)
- [12] KASAP I. Life history of the brown mite *Bryobia rubrioculus* Scheuten (Acari: Tetranychidae) on two apple varieties in laboratory conditions[J]. Turkiye Entomoloji Dergisi-Turkish Journal of Entomology, 2008, 32(3): 177-184.
- [13] 段保停, 张孝云, 杨世华, 雷荣华, 相明和. 云南德宏农垦橡胶品种调查报告[J]. 中国热带农业, 2017(3): 30-34.
DUAN B T, ZHANG X Y, YANG S H, LEI R H, XIANG M H. Investigation report on rubber varieties of Dehong agricultural reclamation in Yunnan Province [J]. China Tropical Agriculture, 2017(3): 30-34. (in Chinese)
- [14] 黄月球, 祁栋灵, 秦云霞. 关于几个橡胶品种在海南民营橡胶园定植的建议[J]. 科技创新导报, 2013(33): 208, 210.
HUANG Y Q, QI D L, QIN Y X. Suggestions on the colonization of several rubber varieties in private rubber plantations in Hainan[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2013(33): 208, 210. (in Chinese)
- [15] 苏雪芳, 孙晶, 位明明, 李维国, 黄肖. 六点始叶螨在 7 种橡胶树品系上的生物学特性和药效防治[J]. 热带作物学报, 2022, 43(6): 1214-1220.
SU X F, SUN J, WEI M M, LI W G, HUANG X. Biological characteristics and pharmacological control of *Eotetranychus sexmaculatus* on seven rubber tree strains[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2022, 43(6): 1214-1220. (in Chinese)
- [16] 徐汝梅. 昆虫种群生态学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 97-99.
XU R M. Insect population ecology[M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987: 97-99. (in Chinese)
- [17] 张梦迪, 闫俊杰, 高玉林. 马铃薯块茎蛾对不同品种马铃薯块茎的适应性分析[J]. 中国农业科学, 2021, 54(3): 536-546.
ZHANG M D, YAN J J, GAO Y L. The adaptive analysis of *Phthorimaea operculella* to different potato tuber varieties[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2021, 54(3): 536-546. (in Chinese)
- [18] 刘欢, 张勇, 陈巨莲. 草地贪夜蛾在不同小麦品种上的取食选择性和适应性及其与叶片生化物质含量的关系[J]. 昆虫学报, 2021, 64(2): 230-239.
LIU H, ZHANG Y, CHEN J L. Feeding preference and adaptability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on different wheat cultivars in relation to leaf biochemical contents[J]. Acta Entomologica Sinica, 2021, 64(2): 230-239. (in Chinese)
- [19] 蔡永萍, 贾月丽, 王甜甜, 罗梅浩, 郭线茹, 原国辉. 不同辣椒品种对烟夜蛾生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护学报, 2012, 39(3): 211-216.
CAI Y P, JIA Y L, WANG T T, LUO M H, GOU X R, YUAN G H. Effects of four pepper varieties on development and fecundity of *Helicoverpa assulta* (Guenée)[J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2012, 39(3): 211-216. (in Chinese)
- [20] CHEN W M, FU Y G, ZHANG F P, PENG Z Q. Effect of different varieties of litchi on the development and reproduction of *Oligonychus biharensis* (Hirst)[J]. Systematic and Applied Acarology, 2005, 10(1): 11-16.
- [21] 徐丹丹, 李文静, 张友军, 王怀松, 王少丽. 二斑叶螨对不同甜瓜品种的取食和产卵选择性[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(5): 1070-1075.
XU D D, LI W J, ZHANG Y J, WANG H S, WANG S L. Feeding and oviposition preferences of *Tetranychus urticae* on different melon varieties[J]. Journal of Environmental Entomology, 2019, 41(5): 1070-1075. (in Chinese)
- [22] 张云会, 王章训, 王新谱. 二斑叶螨在 5 个玉米品种上的种群参数特征与分析[J]. 玉米科学, 2016, 24(2): 155-159.
ZHANG Y H, WANG Z X, WANG X P. Influences of five maize cultivars on the traits of population parameters of *Tetranychus urticae* Kouch[J]. Journal of Maize Sciences, 2016, 24(2): 155-159. (in Chinese)
- [23] 庞保平, 刘家骧, 周晓榕, 张瑞峰. 不同玉米品种对截形叶螨种群参数的影响[J]. 应用生态学报, 2005(7): 1313-1316.
PANG B P, LIU J X, ZHOU X R, ZHANG R F. Effects of corn cultivar on *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae) population parameters[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005(7): 1313-1316. (in Chinese)
- [24] 殷万东, 闫文涛, 仇贵生, 张怀江, 马春森. 苹果全爪螨在吉尔吉斯与金冠苹果上的实验种群两性生命表[J]. 昆虫学报, 2012, 55(10): 1230-1238.
YIN W D, YAN W D, QIU G S, ZHANG H J, MA C S. Age-stage two-sex life tables of the experimental population of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) on apples *Malus sieversii* subsp. *kirghisorum* and *M. domestica* Golden Delicious[J]. Acta Entomologica Sinica, 2012, 55(10): 1230-1238. (in Chinese)
- [25] 季洁, 张艳璇, 陈霞, 林坚贞. 比哈小爪螨实验种群生命表的研究[J]. 蛛形学报, 2005, 14(1): 37-41.
JI J, ZHANG Y X, CHEN X, LIN J Z. Study on life table of experimental population of *Oligonychus biharensis*[J]. Acta Arachnologica Sinica, 2005, 14(1): 37-41. (in Chinese)