

温度对黄瓜钝绥螨发育历期的影响*

李佳敏** 吕佳乐 屈云芳 杨琰云 吴千红

(复旦大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 上海 200433)

【摘要】 恒温条件下测定了以茶黄螨(*Polyphagotarsonemus latus*)为食的黄瓜钝绥螨(*Amblyseius cucumeris*)发育历期与温度的关系. 结果表明, 黄瓜钝绥螨在 18、20、23、25、28、30 和 31 °C 温度条件下整个世代的发育历期分别是 13.02、9.61、5.96、5.26、4.65、4.78 和 5.80 d, 32 °C 条件下黄瓜钝绥螨卵不能孵化. 该螨整个世代最低临界、最适和最高临界发育温度分别为 12.77、23.87 和 33.50 °C.

关键词 黄瓜钝绥螨 茶黄螨 温度 发育历期

文章编号 1001-9332(2003)12-2255-03 **中图分类号** Q968.1 **文献标识码** A

Effect of temperature on developmental duration of *Amblyseius cucumeris*. LI Jiamin, LÜ Jiale, QU Yunfang, YANG Yanyun, WU Qianhong (Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2003, 14(12): 2255~2257.

With *Polyphagotarsonemus latus* as its prey, the developmental duration of *Amblyseius cucumeris* was 13.02, 9.61, 5.96, 5.26, 4.65, 4.78, and 5.80 days at 18, 20, 23, 25, 28, 30, and 31 °C, respectively. The eggs of *A. cucumeris* could not hatch at 32 °C. The lower and upper developmental thresholds and the optimum developmental temperature of *A. cucumeris* from eggs to adults were 12.77 °C, 33.50 °C and 23.87 °C, respectively.

Key words *Amblyseius cucumeris*, *Polyphagotarsonemus latus*, Temperature, Developmental time.

1 引言

茶黄螨(*Polyphagotarsonemus latus*)学名侧多食跗线螨, 属跗线螨科真螨目, 是一种世界性的害螨, 在我国是重要的茶树害虫^[4]. 随着温室农业普及, 青椒、豆类、茄果类蔬菜等温室作物受其危害日趋严重. 以往对其多采用化学防治^[3], 但因其卵多产于作物的卷叶处, 喷洒农药不能直接作用, 故化防效果很不理想. 且化防既杀伤天敌, 又常常导致蔬菜药害. 20 世纪 70 年代以来, 四川省利用盲走螨防治茶树茶黄螨取得了较好的防治效果. 台湾省利用长刺钝绥螨(*Amblyseius longispinosus*)进行茶园茶黄螨防治取得成效, 并已在茶园推广应用^[1,15]. 茶黄螨虽已成为温室蔬菜的主要害虫, 但迄今未有有效的生防手段. 温室生防已成为当前温室产业的难题.

黄瓜钝绥螨(*Amblyseius cucumeris*)属植绥螨科寄螨目, 作为生物防治作用物, 在国外已成功地应用于温室害虫蓟马(*Franklinella occidentalis*)、二斑叶螨(*Tetranychus urticae*)的生物防治^[5,13], 并已商品化生产^[10]. 近年来, 本实验室就茶黄螨的生防问题展开研究, 发现黄瓜钝绥螨对茶黄螨捕食防治效果良好, 可作为茶黄螨有效的生物防治天敌^[8].

关于螨类发育速率和温度关系的研究国内外已

有不少报道^[9,18], 有关黄瓜钝绥螨的各项生物学和生态学研究也屡见不鲜^[2,5,12]. 经佐琴^[6]和李宁等^[7]曾分别对以腐食酪螨(*Tyrophagus putrescentiae*)、朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)为食的不同温度下黄瓜钝绥螨的发育历期进行过研究. 但以防治对象茶黄螨为食时, 黄瓜钝绥螨的生长发育至今未有报道. 本文以茶黄螨为食在不同温度下测定了黄瓜钝绥螨的发育历期, 并采用王如松等^[16]模型分析该螨发育速率与温度间的相互关系, 以期进一步补充黄瓜钝绥螨的生物学及生态学理论数据, 为生产实践中应用黄瓜钝绥螨防治茶黄螨提供依据.

2 材料与方法

2.1 供试虫源

黄瓜钝绥螨引自英国, 实验前以单一粉螨喂养. 茶黄螨采自上海郊区孙桥农业园区温室大棚, 实验前以蚕豆叶喂养.

2.2 试验方法

取直径 14 cm 大培养皿一个, 内置直径略小于培养皿的吸水海绵, 上铺直径略小于海绵的黑色塑料纸一张. 取黄瓜钝绥螨雌成螨约 250 头置于纸上, 喂以足量粉螨. 置控温 25

* 上海市科技兴农重点攻关资助项目(沪农科攻字 99 第 2-5).

** 通讯联系人.

2002-10-16 收稿, 2003-01-10 接受.

℃的光照培养箱内,每隔3 h取同期卵,记录取卵时间。

实验分别在18、20、23、25、28、30、31和32℃8个不同温度下进行,温差幅度为±0.5℃,相对湿度约85%,每日光照16 h。每一温度下准备内置吸水海绵的14 cm直径大培养皿6个。在海绵上放置直径13.4 cm的滤纸,滤纸上间隔排列10片直径2 cm的黑色塑料圆片,塑料圆片及培养皿依序编号。每组实验螨数均在30头以上。

将收集到的同期卵置于塑料圆片上,每片一粒,置培养箱内孵化。每6 h观察一次,卵孵化后改为3 h观察一次,直至发育为成螨,记录发育情况。虫态确定以观察到所蜕的皮为准。卵孵化后每圆片上加入有足够茶黄螨的蚕豆叶碎片(直径约0.5 cm)一片,定期更换,以确保充足新鲜的食物。

2.2.1 数据分析方法 数据分析采用王如松等^[16]提出的描述昆虫发育速率与温度关系的复合数学模型,其表达式为:

$$V(T) = \frac{K}{1 + \exp(-r(T - T_0))} (1 - \exp(-\frac{T - T_L}{\delta})) (1 - \exp(-\frac{T - T_H}{\delta}))$$

式中, K 为高温下潜在的饱和发育速率, r 为发育速率随温度变化的指数增长率, T_L 、 T_H 分别为最低、最高临界发育温度, T_0 为最适发育温度, δ 为边界层的宽度。

3 结果与分析

3.1 黄瓜钝绥螨发育历期

实验中发现,黄瓜钝绥螨在18~31℃间可正常发育,而在32℃条件下卵不能孵化,结果如表1。

表1 不同温度下黄瓜钝绥螨的平均发育历期

Table 1 Average development time of *A. cucumeris* at different constant temperatures(d)

温度(℃) Temperature	卵 Egg	幼螨 Larva	第一若螨 Protonymph	第二若螨 Deutonymph	总计 Total
18	平均 Average (d) 4.8151	1.6738	3.2429	3.2608	13.0188
	SD 0.0774	0.0866	0.1405	0.1589	0.0662
20	实验螨数 No. obs 48	41	35	31	31
	平均 Average (d) 3.5601	1.2577	2.5031	2.3242	9.6055
	SD 0.0580	0.1274	0.1490	0.2588	0.0810
23	实验螨数 No. obs 52	49	40	32	32
	平均 Average (d) 2.2746	0.8023	1.4667	1.5625	5.9631
	SD 0.0821	0.1740	0.1111	0.1778	0.1101
25	实验螨数 No. obs 56	54	45	42	42
	平均 Average (d) 2.0388	0.6920	1.2523	1.2739	5.2553
	SD 0.0691	0.1755	0.1105	0.2238	0.0676
28	实验螨数 No. obs 59	56	54	48	48
	平均 Average (d) 1.8058	0.6205	1.1378	1.1005	4.6522
	SD 0.1209	0.1957	0.1525	0.2726	0.0883
30	实验螨数 No. obs 56	56	49	44	44
	平均 Average (d) 1.8775	0.6250	1.1845	1.1042	4.7798
	SD 0.1102	0.2082	0.1897	0.1886	0.1066
31	实验螨数 No. obs 51	49	42	42	42
	平均 Average (d) 1.9967	0.7353	1.5524	1.5375	5.7958
	SD 0.1239	0.1861	0.2266	0.2158	0.1331
	实验螨数 No. obs 38	34	31	30	30

SD: 标准误差 Standard deviation.

由表1可知,黄瓜钝绥螨各阶段的发育历期在18~28℃范围内均随温度升高而缩短,28℃以后则随温度升高而逐渐增加。比较同一温度下各个虫态的发育时间可见,卵期最长,约占发育历期总时间的

30%~40%,幼螨最短,仅占10%~20%,第一若螨期和第二若螨期时间接近,各占约25%。

3.2 黄瓜钝绥螨发育速率和温度的关系

将表1中所得发育历期(D)换算得发育速率(V), $V = 1/D$ 。用王如松等^[16]模型拟合黄瓜钝绥螨各虫态发育速率和温度关系,得各项参数(表2)及拟合曲线(图1)。由图1可见,不同温度下各世代发育速率实验值的坐标点均落在王如松模型的曲线上或其附近,表明拟合曲线吻合度很高。

表2 昆虫发育速率与温度关系模型的参数估计^[16]

Table 2 Evaluation of parameters of the model by the relationship between insect developmental rate and temperature

发育阶段 Developmental stage	K	r	T_0	T_L	T_H	δ	Q
卵期 Egg	0.75	0.24	21.30	10.41	35.72	3.57	5.4832E-05
幼螨 Larva	1.79	0.31	20.45	12.06	32.26	0.81	3.6542E-04
第一若螨 Protonymph	0.98	0.33	20.72	10.89	32.02	0.90	3.0553E-04
第二若螨 Deutonymph	1.07	0.27	21.46	12.31	31.68	0.64	2.6303E-05
整个世代 Total generation	0.37	0.19	23.87	12.77	33.50	2.77	1.9985E-05

Q: 观察值与估计值的均方根误差 The mean square deviation of observed value and estimate value.

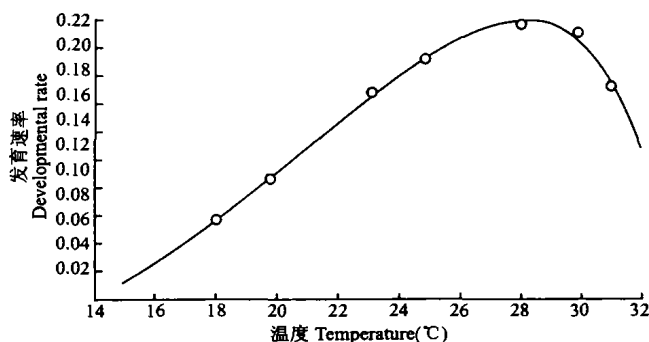


图1 不同温度下黄瓜钝绥螨世代发育速率实验值与王如松模型的拟合
Fig. 1 Experimental data of generation developmental rate of *A. cucumeris* fitted with the model by Wang Rusong at different temperatures. — 拟合曲线 Fitting curve; · 原始数据 Original data.

由表2可见,高温下潜在的饱和发育速率 K 在幼螨时最大,为1.79;卵期最小,为0.75。黄瓜钝绥螨幼螨活动能力差,体质柔弱,一般情况下,不经过进食即发育为第一若螨。故幼螨是各种虫态中最易受到伤害的,对高温也更为敏感,迅速发育至第一若螨是其必需的进化策略。而卵期由于卵壳的保护,受外界因素影响较小,故其对高温的敏感度较差,各虫态发育速率最小。

发育速率随温度变化的指数增长率 r 在各个虫态下基本一致,在幼螨和第一若螨时略大,可见黄瓜钝绥螨孵化后,在低龄期对温度较为敏感。

最适发育温度 T_0 和最低临界发育温度 T_L 在各虫态下均较接近,前者21℃左右,后者在10~12℃之间。最高临界发育温度 T_H 卵期明显较高,达35.72℃,其它虫态则较为接近,约在32℃左右,可

见卵期对于温度有较强的耐受力. 整个世代的最低临界发育温度、最适发育温度和最高临界发育温度分别为 12.77、23.87 和 33.50 ℃. 边界层的宽度 δ 是生物对生态因子温度的耐受幅度指数, 由表 2 可见, 除卵期外的各虫态 δ 值均较小, 而卵期则高出数倍, 表明卵对极限温度有较强的适应能力.

4 讨 论

黄瓜钝绥螨的发育历期受温度影响很大(表 1). 且在相同温度条件下, 发育历期也因食物不同而不同. 将本结果与经佐琴等以腐食酪螨为食^[6]、李宁等以朱砂叶螨为食^[7], 及其他实验条件相似所得的黄瓜钝绥螨发育历期结果进行比较, 结果见表 3. 由表 3 可见, 以茶黄螨为食的黄瓜钝绥螨发育历期随温度变化波动较大, 在 20 ℃ 时长于以腐食酪螨为食的发育历期而短于以朱砂叶螨为食的发育历期; 23~28 ℃ 时, 发育历期迅速缩短, 在 3 种食物中发育历期最短. 很显然, 在适温范围内, 茶黄螨是黄瓜钝绥螨的最适食物; 而当温度超过 30 ℃ 以后, 其发育历期又增至 3 种食物中最长. 其原因可能是过高的温度, 超越了茶黄螨的适应范围, 使茶黄螨发育不良, 改变了黄瓜钝绥螨食物的营养质量, 从而影响了黄瓜钝绥螨的发育. 此外, 与腐食酪螨和朱砂叶螨相比, 茶黄螨个体原本就要小得多, 高温时个体更为细小, 可能使得黄瓜钝绥螨消耗在捕食上的能量大于以叶螨或腐食酪螨为食.

表 3 不同温度不同食物时黄瓜钝绥螨的发育历期

Table 3 Developmental times of *A. cucumeris* with deferent foods at different temperatures (d)

食物 Food	18℃	20℃	23℃	25℃	28℃	30℃	31℃	32℃
茶黄螨 <i>P. latus</i>	13.019	9.605	5.963	5.255	4.652	4.780	5.796	-
朱砂叶螨 <i>T. cinnabarinus</i>	-	11.760	7.431	6.327	5.292	4.589	-	4.719
腐食酪螨 <i>T. putrescentiae</i>	-	8.844	7.011	5.603	5.181	4.383	-	4.513

本实验中, 黄瓜钝绥螨卵在 32 ℃ 不孵化, 而经佐琴等^[6]及李宁等^[7]实验中黄瓜钝绥螨卵在 32 ℃ 正常孵化. 该温度下卵孵化与否显然与以后发育中所取食的食物种类无关, 其中原因有待进一步研究.

从整个世代来看, 本实验得到黄瓜钝绥螨的发育最低温度为 12.77 ℃, 高于以腐食酪螨及朱砂叶螨为食时的 8.80 ℃^[6]和 10.00 ℃^[7], 也高于 Shipp 和 Van Houten^[12]所测定的 9 ℃ 的冷藏适宜温度, 这可能是因为本实验选择温度梯度的最低温度 18 ℃ 距离其发育起点温度仍有一定距离, 故不能很好体现温度较低时黄瓜钝绥螨发育历期的变化.

前人研究表明, 除温度以外, 湿度、光照等生态因子对螨类种群变动也有很大的影响^[14,17], 同时, 综合生态因子与昆虫种群变动的关系更能体现出自

然种群的变化规律^[11,18]. 因此, 有必要进一步探讨以茶黄螨为食时, 湿度、光照等生态因子与黄瓜钝绥螨种群增减的关系.

参考文献

- Chen X-F(陈雪芬). 1985. Pest controlling of tea tree at present and in the future in China. *China Tea* (中国茶叶), (5):8~9(in Chinese)
- Gillespie DR, Ramey CA. 1998. Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomol Soc Brit Columbia*, 85:71~77.
- Gui L-Y(桂连友), Lu H-X(鲁红学). 2002. Controlling methods of *Polyphagotarsonemus latus*. *J Changjiang Veget* (长江蔬菜), (4):26~26 (in Chinese)
- He Q-C(何琦琛). 1991. Life history of *Polyphagotarsonemus latus*(Banks) feeding on lemon, tea and pepper. *J Agric Res China* (中华农业研究), 40(4):439~444(in Chinese)
- Houten YM, van Lier MM. 1995. Influence of temperature and humidity on the survival of eggs of the thrips predator *Amblyseius cucumeris*. *Med Fac Landbouww Rijksuniv Gent*, 60:879~884
- Jing Z-Q(经佐琴), Yang Y-Y(杨琰云), Li X-Y(李新义), et al. 2001. The relation between the development time of *Amblyseius cucumeris* and the temperature. *J Fudan Univ* (Nat Sci) (复旦学报(自然科学版)), 40(5):577~580(in Chinese)
- Li X(李 宁), Li B(李 斌), Qu Y-F(屈云芳), et al. 2002. Influence of temperature on the developmental rates of *Amblyseius cucumeris*, with *Tetranychus cinnabarinus* as its prey. *J Fudan Univ* (Nat Sci) (复旦学报(自然科学版)), 41(1):79~82(in Chinese)
- Li X-Y(李新义), Yang Y-Y(杨琰云), Qu Y-F(屈云芳), et al. 2001. Functional response of *Amblyseius cucumeris* on female adult of *Polyphagotarsonemus latus* and on egg of *Tyrophagus putrescentiae*. *Acta Arachnol Sin* (蛛形学报), 10(2):43~47(in Chinese)
- Michele R, Jacques B, Conrad C. 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environ Entomol*, 31(1):177~187
- Ramakers PM, Lieburg MJ. 1982. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch & Pr (Acarina: Phytoseiidae) for the control of thrips tabaci Lind (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med Fac Landbouww Rijksuniv Gent*, 47:541~545.
- Shipp JL, Gillespie TJ. 1993. Influence of temperature and water vapor pressure deficit on survival of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environ Entomol*, 22:726~732
- Shipp JL, van Houten YM. 1997. Influence of temperature and vapor pressure deficit on survival of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). *Environ Entomol*, 26(1):106~113
- Steiner MY. 1990. Determining population characteristics and sampling procedures for the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. *Environ Entomol*, 19:1605~1613
- Stenseth C. 1979. Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Entomophaga*, 24:311~317
- Sun S-D(孙淑德). 1991. Study of pests in tea tree in Taiwan. *J Tea Sci* (茶叶科学简报), (4):3~4(in Chinese)
- Wang R-S(王如松), Lan Z-X(兰仲雄), Ding Y-Q(丁岩钦). 1982. Studies on mathematical models of the relationship between insect development and temperature. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 2(1):47~56(in Chinese)
- Wu Q-H(吴千红), Ding Z-R(丁兆荣). 1985. Influence of light on the growth and development of *Tetranychus cinnabarinus*. *J Ecol* (生态学杂志), 4(3):22~26(in Chinese)
- Wu Q-H(吴千红), Zhong J(钟 江), Xu Y-M(许云敏). 1988. Combined effects of temperature and light on the experimental population of the carnice mite, *Tetranychuscinnabarinus* (Acarina: Tetranychidae). *Acta Ecol Sin* (生态学报), 18(1):66~77(in Chinese)

作者简介 李佳敏, 女, 1977 年生, 硕士, 主要从事昆虫生物防治方面的研究工作. Tel: 13918026708, E-mail: melonmoran@sina.com