

文章编号: 0529-6579 (2000) S2-0141-05

温度对丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 幼虫体长变化的影响*

王江峰¹, 陈玉川¹, 胡 萃², 闵建雄³, 李俊涛³

(1. 中山医科大学法医病理学教研室, 广州 510080;

2. 浙江大学应用昆虫研究所, 杭州 310029;

3. 公安部第二研究所物证检验中心, 北京 100038)

摘 要: 法医昆虫学已普遍用来确定凶杀案件中的死亡时间, 而蝇蛆体长是较常应用到的指标. 文章明确温度对蝇类幼虫体长变化的影响. 在 12、16、20、24、28、32 °C 及变温下对重要的法医昆虫丝光绿蝇 *Lucilia Sericata* 幼虫体长变化进行了观察. 结果表明幼虫体长的变化可分为增长期和缩减期两个阶段. 增长期幼虫体长变化迅速, 缩减期变化缓慢, 只是在化蛹前不久幼虫体长才迅速缩减至蛹长. 不同恒温下增长期和缩减期所需时间不同. 利用 Logistic 的改进方程 $y = (a + bx) / [1 + \exp(c + dx)]$ 对不同恒温下体长随时间的变化情况进行了模拟, 效果较好. 丝光绿蝇幼虫体长可用来进行死亡时间的判断.

关键词: 法医昆虫学; 温度; 丝光绿蝇(*Fabrics*); 体长

中图分类号: R384.2 **文献标识码:** A

自 20 世纪 80 年代以来, 一门利用昆虫生长发育规律为法医学提供线索的新兴学科——法医昆虫学得到了在国际上得到了迅速发展^[1]. 法医昆虫学主要为刑事侦破提供死亡时间, 其次也提供死亡地点、死亡原因方面的信息^[2]. 利用昆虫, 特别是蝇类的生长发育规律判断死亡时间的方法已被证明为最有效的方法. 20 世纪 90 年代后期, 在我国也出现了此方面的研究^[3-7]. 丝光绿蝇是我国死亡现场较多出现的昆虫, 在春秋季节的尸体上占绝对优势. 对其一般生物学特性, 国外都有报道^[8,9]. 在我国孟庆华 (1943)、范滋德 (1957)、叶宗茂 (1990) 观察了其发育历期及生活习性. 昆虫体长是死亡间隔时间判断较常应用的. 但目前对蝇蛆体长随温度及时间的变化尚未见到有系统的报告.

1 材料与方 法

1.1 供试材料

丝光绿蝇由公安人员在死亡现场采集, 带回实验室连续饲养, 供实验用.

1.2 幼虫体长的测量

将各蝇类初产的卵或幼虫接于猪肝上, 分别置于 12 或 16、20、24、28、32 °C 下饲养. 待卵

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39870681); 广东省自然科学基金资助项目 (001386)

收稿日期: 2000-09-18; 作者简介: 王江峰 (1970~), 男, 博士后, 讲师.

孵化或接入初产幼虫后,定时取样、考查,直至大多幼虫化蛹.每次取 20 头幼虫,并以 XA 液 ($V(\text{二甲苯}):V(\text{乙醇})=1:1$) 处理,使虫体尽量伸长,再用螺旋测微尺测量体长.

1.3 幼虫体长变化的数学模拟

用 DPS 统计软件,统计并比较各温度下各蝇类体长的变化.用 Statistica 统计软件,以改进的 Logistic 曲线,即 $y = (a + bx) / [1 + \exp(c + dx)]$ 对幼虫体长(y) 随时间(x) 的变化进行模拟分析.该模型中, $a + bx$ 相当于 Logistic 曲线中的最大理论体长 K 值,且假定 K 值是随时间的推移和蝇蛆生理状况的变化而改变的, a 、 b 、 c 、 d 均为待定常数.

2 结 果

2.1 恒温下幼虫体长随时间的变化

各恒温下幼虫体长变化均可分为 2 个阶段,即增长期和缩减期.在增长期,幼虫体长先随孵化后时间的推移而显著或极显著地增长,尔后逐渐逼近最大体长,且多与最大值无显著差异.在缩减期即体长达最大值之后,一般先随孵化后时间的推移而缓慢缩短,接着显著缩短.但在 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下,体长在缩短期缩短的趋势不甚明显. 12 、 16 、 20 、 24 、 28 和 $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下幼虫平均体长达最大值的时间依次为孵化后 14.0、16.0、5.5、3.0、2.5 和 2.0 d,各占幼虫期的 46.7%、66.7%、50.0%、25.0%、35.7% 和 20.0%;最大体长依次为 13.02、12.38、13.17、12.12、11.91 和 13.05 mm.达最大平均体长的时间多随温度增高而明显缩短,而各温度间最大体长值差异不甚明显(表 1).

2.2 幼虫体长随时间变化的数学模拟

幼虫体长的变化(见图 1)可分为两个阶段,增长期和缩减期.增长期即幼虫的取食

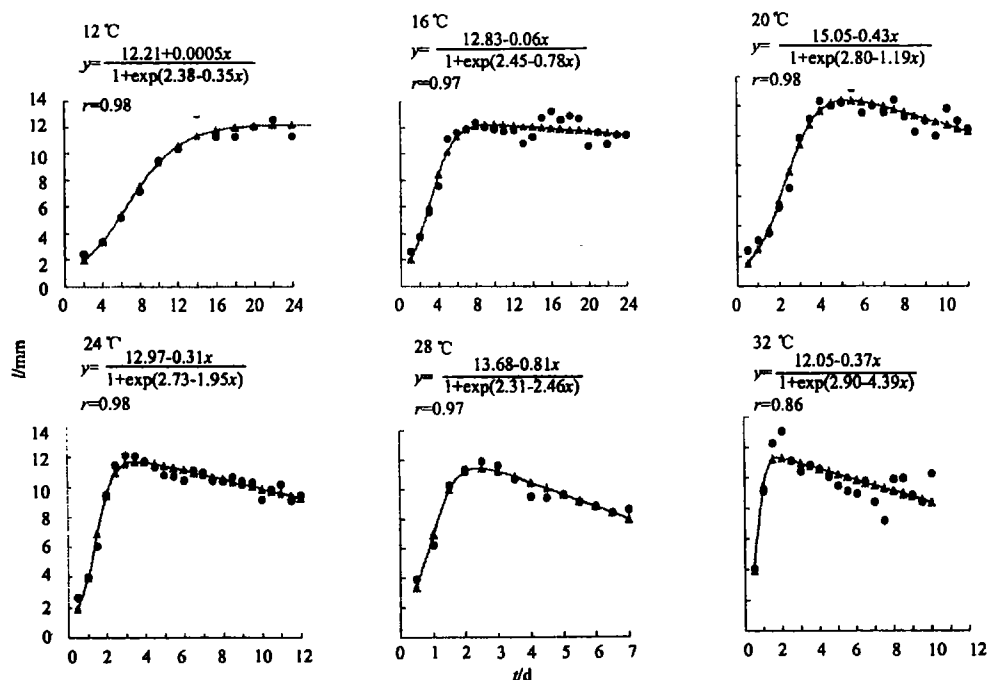


图 1 不同恒温下丝光绿蝇体长与时间的关系

● 测量值; ▲ 计算值

期, 此时体长变化迅速, 上升很快, 达到最大值后, 进入缩短期, 缩短期即幼虫的离食期, 此时幼虫不再取食, 四处爬动, 寻找化蛹部位, 其爬动的习性因种而异. 幼虫的体长逐渐缩短, 但幅度很小, 只在临近化蛹的数小时, 幼虫体长才迅速缩减至蛹长. 经过筛

表 1 在 12 和 16 °C 下丝光绿蝇幼虫体长的变化¹⁾

培养温 孵化后	度/℃ 时间/d	体长/mm	孵化后	时间/d	体长/mm	孵化后	时间/d	体长/mm
12	2	2.46 ± 0.45 ^{a F}	12	10.33 ± 2.89 ^{cd BC}	22	12.58 ± 0.55 ^{ab A}		
	4	3.34 ± 0.46 ^{a EF}	14	13.02 ± 0.49 ^{a A}	24	11.31 ± 2.11 ^{bc ABC}		
	6	5.16 ± 0.85 ^{c E}	16	11.25 ± 2.20 ^{bc ABC}	26	12.32 ± 0.58 ^{ab AB}		
	8	7.12 ± 1.84 ^{e D}	18	11.29 ± 2.30 ^{bc ABC}	28	12.31 ± 1.09 ^{ab AB}		
	10	9.47 ± 2.46 ^{d C}	20	12.01 ± 1.45 ^{ab AB}	30	12.62 ± 0.36 ^{ab A}		
16	1	2.69 ± 0.22 ^{k H}	9	12.05 ± 1.40 ^{abcdef ABCDE}	17	12.58 ± 1.52 ^{abcd ABC}		
	2	3.77 ± 0.42 ^{k H}	10	11.80 ± 1.25 ^{bcd efgh ABCDE}	18	12.88 ± 0.93 ^{ab AB}		
	3	5.63 ± 0.78 ^{j G}	11	11.66 ± 1.33 ^{bcd efgh ABCDE}	19	12.68 ± 1.55 ^{abc ABC}		
	4	7.58 ± 0.96 ^{i F}	12	11.76 ± 1.30 ^{bcd efgh ABCDE}	20	10.54 ± 0.98 ^{h E}		
	5	11.11 ± 0.84 ^{d fgh CDE}	13	10.76 ± 1.89 ^{fgh DE}	21	11.62 ± 1.23 ^{bcd efgh ABCDE}		
	6	11.59 ± 1.61 ^{bcd efgh ABCDE}	14	11.25 ± 1.72 ^{d efgh BCDE}	22	10.70 ± 1.31 ^{gh DE}		
	7	11.92 ± 1.54 ^{bcd efgh ABCDE}	15	12.71 ± 0.99 ^{abc ABC}	23	11.38 ± 1.15 ^{cdefgh BCDE}		
	8	12.38 ± 0.93 ^{abcde ABCD}	16	13.22 ± 0.40 ^{a A}	24	11.40 ± 1.88 ^{cdefgh BCDE}		
孵化后		培养温度/℃						
时间/d	20	24	28	32				
0.5	2.40 ± 0.07 ^{i H}	2.63 ± 0.33 ^{j I}	3.91 ± 0.82 ^{h G}	4.06 ± 0.32 ^{i H}				
1.0	3.06 ± 0.43 ^{kl H}	4.03 ± 0.69 ^{i I}	6.23 ± 1.59 ^{a F}	9.14 ± 0.94 ^{d fgh DEF}				
1.5	3.55 ± 0.42 ^{k H}	6.09 ± 1.67 ^{h H}	10.31 ± 1.32 ^{cd BCD}	12.31 ± 1.04 ^{ab AB}				
2.0	5.24 ± 1.00 ^{j G}	9.52 ± 1.51 ^{fg DEFG}	11.38 ± 2.12 ^{ab AB}	13.05 ± 0.92 ^{a A}				
2.5	6.52 ± 1.26 ^{i G}	11.48 ± 1.37 ^{abcd ABC}	11.91 ± 1.79 ^{a A}	11.15 ± 1.09 ^{bc BC}				
3.0	9.84 ± 1.22 ^{h F}	12.12 ± 1.06 ^{a A}	11.67 ± 2.05 ^{a A}	10.46 ± 0.95 ^{cde CDE}				
3.5	11.14 ± 0.98 ^{cdefg BCDEF}	12.08 ± 0.87 ^{ab A}	10.74 ± 1.43 ^{bc ABC}	10.84 ± 1.28 ^{cd BCD}				
4.0	12.38 ± 0.58 ^{abc AB}	11.71 ± 1.16 ^{abc AB}	9.51 ± 0.78 ^{de CDE}	10.58 ± 0.84 ^{cd CDE}				
4.5	12.06 ± 0.69 ^{abcd ABC}	11.35 ± 1.18 ^{abcd ABCD}	9.40 ± 1.04 ^{def DE}	10.09 ± 1.25 ^{cdefg CDEF}				
5.0	12.26 ± 1.15 ^{abc AB}	10.80 ± 1.05 ^{abcdef ABCDEFG}	9.60 ± 1.19 ^{de CDE}	9.53 ± 1.20 ^{d efgh CDEF}				
5.5	13.17 ± 0.93 ^{a A}	10.69 ± 1.20 ^{bcd ef ABCDEFG}	9.11 ± 1.03 ^{ef DE}	9.11 ± 0.96 ^{d fgh DEF}				
6.0	11.54 ± 1.65 ^{b cde BCDE}	10.44 ± 1.26 ^{cdefg ABCDEFG}	8.86 ± 1.29 ^{ef E}	8.98 ± 0.92 ^{fgh EF}				
6.5	12.00 ± 0.51 ^{abcd ABC}	11.17 ± 1.37 ^{abcde ABCDE}	8.44 ± 0.63 ^{f E}	9.76 ± 1.19 ^{cdefgh CDEF}				
7.0	11.58 ± 1.29 ^{b cde ABCDE}	10.98 ± 1.55 ^{abcde ABCDEF}	8.64 ± 0.77 ^{ef E}	8.45 ± 1.00 ^{hij FG}				
7.5	12.44 ± 0.98 ^{ab AB}	10.43 ± 0.53 ^{cdefg ABCDEFG}		7.22 ± 0.36 ^{k G}				
8.0	11.30 ± 1.41 ^{bcd ef BCDEF}	10.37 ± 0.92 ^{cdefg ABCDEFG}		9.90 ± 0.71 ^{cdefg CDEF}				
8.5	10.28 ± 0.37 ^{fgh DEF}	10.62 ± 1.36 ^{cdef ABCDEFG}		10.00 ± 0.85 ^{cdefg CDEF}				
9.0	10.98 ± 1.13 ^{d efgh BCDEF}	10.40 ± 1.12 ^{cdefg ABCDEFG}		8.85 ± 0.64 ^{gh EFG}				
9.5	9.98 ± 0.50 ^{gh EF}	10.34 ± 0.56 ^{cdefg ABCDEFG}		8.45 ± 0.50 ^{hi FG}				
10.0	11.85 ± 0.91 ^{bcd ABCD}	9.16 ± 0.49 ^{g FG}		10.30 ± 1.41 ^{cdef CDE}				
10.5	-	9.83 ± 0.31 ^{efg CDEFG}						
11.0	10.47 ± 1.40 ^{d fgh CDEF}	10.20 ± 0.57 ^{d efgh BCDEFG}						
11.5		9.05 ± 0.35 ^{g G}						
12.0		9.40 ± 0.57 ^{fg EFG}						

1) 表中数据为平均值 ± SD; Duncan's 新复极差多重比较结果表明, 同一温度下具相同大小写字母的平均数间差异分别未达极显著 ($P_{0.01}$) 和显著 ($P_{0.05}$) 水平.

选,发现逻辑斯谛的改进模型比较适合幼虫体长的变化,基本模型为 $y = (a + bx) / [1 + \exp(c + dx)]$,对各模拟方程进行 χ^2 检验,各曲线拟合方程均显著适合(图1)。

3 讨论

长期以来,蝇蛆体长一直是凶杀案件中死亡时间判断的重要指标^[9,10]。但由于此方面缺乏系统的研究,大部分法医学书籍在此方面的记录都十分简单,有时甚至是错误的记录。例如,在这些书中,普遍认为所有蝇蛆的体长变化是一样的,而且在不同发育阶段的发育速率是一致的,部分书中没有认识到温度对昆虫体长变化的影响。从而严重的影响了法医昆虫学在刑事侦破中的应用,有时甚至是误导。为了解决这一问题,本文首次对我国暖季最常见的尸食昆虫,丝光绿蝇幼虫在不同恒温下的体长变化进行了研究,结果与国外的报告一致。

Sehnal^[11]对昆虫幼虫生长发育的研究认为:体壁的皱折和表皮弹性完全允许幼虫整体在尺寸和重量上呈连续性增长。Greenberg^[12]认为丽蝇发育策略方面最引人注目的是丽蝇在快速生长阶段只有两次蜕皮,在短短数天体长增长近10倍,这归功于表皮的可伸缩性,体长最少可翻一番,允许嗦嚙和中肠的快速生长。作为一种无头无足型幼虫,其运动也是靠虫体的收缩进行。因此,在体长测量时,必须先用试剂处理使其尽量变长。本文结果证实了这一点。本文对蛆虫体长的测量说明体长的变化可分为两个阶段,增长期和缩短期,增长期幼虫取食量大,生长迅速。在该阶段幼虫体长增长非常快。缩短期幼虫不再取食,而是寻找化蛹部位,体长不在变长,相反还在缩短,但这种缩短非常缓慢,只有找到化蛹场所,即将化蛹时,体长才迅速缩短至蛹长,此时如果幼虫受到惊扰,幼虫将重新伸长,爬行重新寻找化蛹场所。

积极取食幼虫日龄的估计是只要直截了当看一下它们的温度历程就能决定,在生长曲线上部分见到的最大标本的长度决定着自产卵的年龄。但在离食期,体长对年龄的推断不再是一项有用的标准,甚至可能是正在生长中的3龄同正在退化中的离食幼虫相混淆的根源。根据幼虫形态学特征判断其生长发育进程的方法^[13],并结合它们离食期阶段的幼虫体长作判断,但由于离食期体长变化缓慢,故其所提供的死亡间隔时间范围将宽一些。幼虫体长的变化是一个连续的过程,但从幼虫体长到蛹长由于跨越了一个变态过程,故不是连续的,而是一个跳跃。本文将初孵幼虫体长值作为幼虫体长开始点,将化蛹前体长急剧缩短前的体长值作为幼虫体长值的终止点,采用逻辑斯谛的改进模型即可将其幼虫体长上午变化过程模拟出来,克服了以往必须用两条曲线才能表达的不足^[12,14]。

参考文献:

- [1] CATTS E P. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. *J Agric Ent*, 1992(9): 245 ~ 255.
- [2] CATTS E P, HASKELL N H. *Entomology and death: A procedural guide*. Clemson, Sc: Joyce' Print Shop, 1991. 180.
- [3] 周红章, 杨玉璞, 任嘉诚, 等. 北京地区法医昆虫学研究: 1. 嗜尸性甲虫物种多样性及其地区分布. *昆虫学报*, 1997, 40(1): 62 ~ 69.
- [4] 王江峰, 胡萃, 陈玉川, 等. 四种尸食性蝇类卵的表面超微结构. *中山医科大学学报*, 2000, 21(4s): 10 ~ 12.

- [5] 王江峰, 陈玉川, 胡丙杰, 等. 法医昆虫毒物学. 广东公安科技, 2000(增刊): 210 ~ 213.
- [6] 王江峰, 陈玉川, 曾家乐, 等. 若干新技术在法医昆虫学中的应用. 中国法医学最新科研与实践. 全国第六次法医学术交流会论文精选. 北京: 中国人民公安大学出版社, 2000.
- [7] 王江峰, 胡萃, 闵建雄. 不同尸体材料上蝇类滋生及丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 生长发育比较. 寄生虫与医学昆虫学报, 1999(6): 52 ~ 57.
- [8] PRINS A J. Morphological and biological notes on six south African blowflies (Diptera: Calliphoridae) and their immatures stages. Annals of the South African Museum, 1982, 90: 201 ~ 217.
- [9] SMITH K G V. A manual of forensic entomology. London: British Museum(Natural History), COMSTOCK, 1986. 205.
- [10] 祝家镇. 法医病理学. 北京: 人民卫生出版社, 1999.
- [11] SEHNAL F. Growth and life cycles. Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology, 1988(2): 1 ~ 86.
- [12] GREENBERG B. Flies as forensic indicators. J Med Ent, 1991, 28: 553 ~ 577.
- [13] 王江峰, 陈玉川, 胡丙杰, 等. 丝光绿蝇幼虫发育形态学及其在死亡时间推断中的应用探讨. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(6A): 208 ~ 213.
- [14] NISHIDA K, SHINONAGA S, KANO R. Growth tables of flies larvae for the estimation of postmortem intervals. Ochanomizu MED J, 1986, 34: 9.

Effect of Temperature on the Body-Length Change of *Lucilia sericata*

WANG Jiang-feng^{*}, CHEN Yu-chuan, HU Cui, MIN Jian-xiong, HU Bing-jie, LI Jun-tao

Abstract: Forensic entomology is now commonly used to determine time of death in human death investigation and maggot's body length is the most important indicator in the determination of postmortem interval. Maggot of the forensic important blowfly species *Lucilia sericata* was reared under 5 constant temperature condition to determine the effects of temperature over maggot body length. The results showed that the rates showed that the rates of larval growth is slow at lower temperature and quick at higher temperature; The maximal larval body length is reached earlier at higher temperature and later at low temperature; The mean value of maximal body length decrease with increasing temperature. Larval under all temperature conditions decrease in size after having reached their maximal length, the decrease in length being more rapid at higher temperature. The dependence of the larval change on the temperature conditions can be simulated with the modle: $y = (a + bx) / [1 + \exp(c + dx)]$.

Keywords: forensic entomology; temperature; *Lucilia sericata*; body length

^{*} Department of Forensic Pathology, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China