

文章编号: 0529-6579 (2000) 06-0208-06

# 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\*

王江峰<sup>1</sup>, 陈玉川<sup>1</sup>, 胡 萃<sup>2</sup>, 闵建雄<sup>3</sup>, 李俊涛<sup>3</sup>

(1. 中山医科大学法医病理学教研室, 广东 广州 510080;

2. 浙江大学应用昆虫研究所, 浙江 杭州 310029;

公安部第二研究所物证检验中心, 北京 100080)

**摘 要:** 为了明确对于凶杀案件中死亡时间判断有重要意义的蝇类幼虫的形态特征变化规律, 在 12、16、20、24、28、32 ℃ 饲养丝光绿蝇并定期取样, 显微镜下观察其形态变化。结果表明后气门形态、表皮、消化道等随时间而发生规律性的变化, 据此可将幼虫期划分为 8 个阶段。不同温度下到达上述各阶段的时间不同, 低温下需要时间长, 高温下需要时间短。幼虫体表形态可用做死亡时间判断的指标。

**关键词:** 法医昆虫学; 丝光绿蝇; 幼虫形态; 温度

**中图分类号:** R384.2 **文献标识码:** A

自 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<sup>[1]</sup>。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<sup>[2]</sup>。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。90 年代后期, 在我国也出现了此方面的研究<sup>[3-7]</sup>。

蝇类幼虫的发育时间在死亡时间诊断方面有着重要的意义, 而发育阶段的主要确定特征为龄期及体长和体重。传统上幼虫期被分为 1 龄、2 龄、3 龄, 或进一步将 3 龄划分为取食期和离食期, 这些阶段划分如在刑事侦破中应用则太粗放。蝇类各生长阶段的体长和体重指标在一定程度上用于死后间隔时间的推断是颇为有效的<sup>[2,5-8]</sup>。但是, 在离食期, 体长对幼虫年龄的推断则往往不是一项有效的指标。其原因在于幼虫在生长过程中体长具增长和缩短两个过程, 其中离食期体长缩短, 且约占幼虫期的 1/3 时间, 这样可能使正在取食生长中的 3 龄幼虫体长与正在缩短的离食幼虫体长相混淆。有关蝇类幼虫龄内年龄的进一步区分, 已有学者作过一定的摸索。如 Reiter<sup>[9]</sup>认为根据中肠前段空气的有无, 可将取食期和离食期的红头丽蝇三龄幼虫加以区分; Greenberg<sup>[10]</sup>在此基础上的进一步研究表明, 嗦嚅可随着幼虫逐渐成熟而变化, 在幼虫取食的最后 1 d, 体长达到最大值, 嗦嚅长度也达到最大值, 其后逐渐缩短, 在一定程度上可提供有关发育时间的信息。他曾分别对丝光绿蝇、绯颜裸金蝇、红头丽蝇及伏蝇嗦嚅的变化作过观察。但是嗦嚅长度的变化尚难以区分高龄幼虫的年龄, 其主要原因在于老熟幼虫的嗦嚅并不是清晰可见的, 特别是当用

\* 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; 研究方向: 法医昆虫学。

保存剂处理之后更是如此。其次, 嗦嚅长度与幼虫取食的食物类型、饱满程度等皆有关系。丝光绿蝇是我国死亡现场最多出现的昆虫, 在春秋季节的尸体上占绝对优势。为此, 我们对丝光绿蝇幼虫在各个恒温下的形态变化进行了观察, 旨在筛选出某些可用于判断幼虫生长时间的形态特征, 并根据这些特征将幼虫期各生长阶段加以较详细地划分, 以满足实际工作中较精确地推断幼虫年龄和死后间隔时间的需求。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试蝇种类

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 方法

1.2.1 样品收集 将丝光绿蝇所产新鲜卵接于猪肝上, 猪肝放于盛有湿沙土的养虫笼中, 用尼龙纱网扎紧, 放进生化培养箱中培养, 温度分别控制为 12、16、20、24、28、32℃ 下, 光周期为 L:D=12:12。待卵孵化后, 每隔 12 h 取样 1 次, 直至化蛹。每次取 30 头幼虫, 将所取幼虫用 XA 液 ( $V(\text{二甲苯}):V(\text{乙醇})=1:1$ ) 杀死, 保存于  $\varphi=75\%$  酒精中, 镜检观察。

1.2.2 观察 在体视显微镜下, 观察幼虫体表形态随时间的变化, 每次观察 30 头幼虫, 求其平均特征。幼虫观察以表观形态为主, 对于口咽器、后气门、前气门等显微结构, 一般先将这些组织解剖出来, 用聚乙烯醇胶制成玻片标本, 然后在显微镜下观察、拍照。

## 2 结果

### 2.1 各龄幼虫形态

1 龄幼虫: 口咽器 (cephalopharyngeal skeletons) 如图 1a。各体节均无完整的后缘棘环 (posterior spinose ring), 第 2~7 节具完整的前缘棘环 (anterior spinose ring), 背部棘色较深, 单尖型, 第 12 节的边缘具绒毛。

2 龄幼虫: 口咽器如图 1b。第 3 腹节以前各节前缘棘环完整, 仅第 11 节具完整的后缘棘环。棘色深, 单尖型。

3 龄幼虫: 口咽器如图 1c。第 2~8 节具完整的前缘棘环, 仅第 11 节具完整的后缘棘环。棘色深, 单尖型。微疣 (microtubercle) 主要分布在第 12 节内背突 (inner dorsal tubercle) 之间, 有些在侧面。内背疣间距大于或等于内背疣与中背疣间距。气门环 (peritreme) 完整, 具钮区, 幼嫩的 3 龄幼虫气门环不完整。



图 1 丝光绿蝇幼虫口咽器 (侧面观)

(a) 1 龄; (b) 2 龄; (c) 3 龄

2.2 口咽器和气门特征随幼虫生长时间的变化

32 ℃下丝光绿蝇各时间段口咽器各组成部分及气门大小如表 1。口咽器及其组成部分长度在 3 龄期比较稳定,口咽器、口钩、咽骨背角、咽骨腹角长分别依次在 1.07~1.29、0.21~0.36、0.44~0.50 和 0.11~0.23 mm 之间,各平均为 1.21、0.29、0.47 和 0.20 mm。气门横径随生长而变化的趋势基本同口咽器,在 0.17~0.22 mm 之间波动,平均 0.20 mm。

表 1 32 ℃下丝光绿蝇 3 龄蝇蛆口咽器和气门有关特征大小 (mm) 随生长时间的变化

| 生长时间/h | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 12     | 1.29±0.002 | 0.36±0.003 | 0.49±0.002 | 0.23±0.001 | 0.22±0.001 | 0.05±0.000 |
| 24     | 1.20±0.002 | 0.33±0.003 | 0.46±0.002 | 0.20±0.002 | 0.20±0.000 | 0.20±0.001 |
| 36     | 1.16±0.005 | 0.21±0.005 | 0.47±0.002 | 0.23±0.001 | 0.19±0.001 | 0.20±0.001 |
| 48     | 1.23±0.003 | 0.30±0.007 | 0.47±0.005 | 0.24±0.006 | 0.21±0.000 | 0.20±0.000 |
| 60     | 1.16±0.012 | 0.31±0.002 | 0.44±0.002 | 0.20±0.002 | 0.20±0.001 | 0.19±0.000 |
| 72     | 1.25±0.001 | 0.30±0.001 | 0.49±0.006 | 0.23±0.003 | 0.19±0.000 | 0.15±0.000 |
| 84     | 1.24±0.002 | 0.31±0.001 | 0.50±0.007 | 0.18±0.002 | 0.20±0.000 | 0.20±0.001 |
| 96     | 1.07±0.002 | 0.30±0.003 | 0.41±0.008 | 0.15±0.002 | 0.17±0.001 | 0.16±0.001 |
| 108    | 1.25±0.002 | 0.20±0.002 | 0.44±0.003 | 0.25±0.002 | 0.18±0.000 | 0.20±0.000 |
| 120    | 1.24±0.002 | 0.30±0.005 | 0.50±0.003 | 0.11±0.002 | 0.20±0.000 | 0.15±0.003 |
| 132    | 1.22±0.000 | 0.31±0.007 | 0.50±0.003 | 0.22±0.001 | 0.20±0.000 | 0.16±0.000 |

1) 1 Length of cephalo pharyngeal sclerites;2 Length of mouth hook;3 Length of pharyngeal sclerite dorsal cornea;  
4 Length of pharyngeal sclerite ventral cornea;5 posterior spiracles diameter;6 Intro length of posterior spiracles

20 ℃下丝光绿蝇口咽器长度(mm)每隔 12 h 的测量结果,从第 12 h 到第 132 h 分别为:0.24(1 龄)、0.63(1 龄)、1.20 (2 龄)、1.24(2 龄)、1.25(3 龄)、1.23(3 龄)、1.25(3 龄)、1.17(3 龄)、1.18(3 龄)、1.14(3 龄)、1.20(3 龄)。可见,口咽器在 1、2、3 龄期之间是逐渐增长的,而在 3 龄期则变化不大。

2.3 幼虫形态随时间的变化

2.2.1 丝光绿蝇 幼虫期依形态可划分为 8 个阶段。各阶段形态描述如下:

I: 虫体细长,透明,体内各器官清晰可见,口咽器呈“人”形或倾斜的“H”形,咽骨腹角等于或短于背角。无前气门指状突,后气门只 1 裂,无气门环,体棘着色很浅。

II: 腹后部同时具 1 裂和 2 裂气门,2 裂气门显著大于 1 裂气门,位于 1 裂气门的下方。1 裂气门颜色深而 2 裂气门颜色浅,2 裂气门无气门环。

III: 虫体细长、透明,体棘具色。口咽器呈不规则的“H”形,腹角明显短于背角。前气门具 8 个指状突,后气门 2 裂,气门环色很浅,腹缘开口,开口约占整个气门环周长的 1/3 左右。

IV: 虫体细长、透明,体棘具色。口咽器呈不规则的“H”形,腹角明显短于背角。前气门具 8 个指状突,后气门 2 裂,气门环色深,腹缘开口,开口约占整个气门环周长的 1/6 左右。

V: 前气门具 8 个指状突,后气门同时具 2 裂气门及 3 裂气门,2 裂气门位于 3 裂气门上面,颜色比 3 裂气门深,且显著的小于 3 裂气门,2 裂气门具不完整的气门环,3 裂气门无气门环。

Ⅵ: 虫体表皮较薄, 为半透明状, 前气门具8个指状突, 后气门具3裂, 气门环不完整, 腹缘开口, 无气门钮。

Ⅶ: 虫体细长, 表皮较厚, 呈奶酪色, 可透过表皮看到消化道, 消化道充满食物, 占据了体腔的较大部分空间。后气门3裂, 具气门钮; 气门环完整, 颜色浅, 呈浅棕色, 线条很窄。口钩一般很显著地突出在头部锥突下方, 节间沟很浅, 各体节腹面中间一般无横向的沟。

Ⅷ: 虫体长而粗壮, 表皮进一步加厚, 呈米黄色, 消化道充满食物, 占据了体腔的大部分空间。后气门3裂, 具气门钮; 气门环完整, 呈黑色, 线条较粗。各体节节间沟深, 腹面各体节中间具较浅的横向的沟。头端和尾端套叠现象不明显。

Ⅸ: 虫体粗短, 呈显著的圆锥状, 表皮很厚, 体表皱褶较多, 虫体头尾端出现套叠现象。消化道中食物主要集中于后端, 或者没有食物, 消化道不再占据体躯的大部分空间。口钩一般回缩, 只能看到微露的尖端, 节间沟很深, 各体节腹面中段具较深的沟。



图2 丝光绿蝇发育各阶段后气门形态特征

### 2.3 丝光绿蝇幼虫期各阶段检索表

丝光绿蝇各生长阶段检索表如下:

- |                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| 1 后气门1裂                                           | I    |
| 1' 气门1裂以上                                         | 2    |
| 2 后表面同时具1裂气门和2裂气门                                 | II   |
| 2' 后表面不同时具1裂气门和2裂气门                               | 3    |
| 3 后气门2裂                                           | 4    |
| 3' 后气门裂多于2个                                       | 5    |
| 4 后气门环开口约占气门环1/3左右                                | III  |
| 4' 后气门环开口约占气门环1/6左右                               | IV   |
| 5 后表面同时具2裂气门及3裂气门, 两种气门叠在一起                       | V    |
| 5' 只有3裂气门                                         | 6    |
| 6 后气门环不完整, 无气门钮                                   | VI   |
| 6' 后气门环完整, 有气门钮                                   | 7    |
| 7 虫体较细长, 后气门环呈浅棕色, 线条较窄, 各体节节间沟很浅                 | VII  |
| 7' 虫体较粗, 后气门环呈黑色, 线条较宽, 节间沟较深                     | 8    |
| 8 虫体粗而长, 各体节腹面中间的横向沟较浅, 消化道占据了体腔的大部分空间, 消化道充满食物   | VIII |
| 8' 虫体粗而短, 呈圆锥状, 各体节腹面中间的横向沟较深, 消化道不再占据体腔的大部分空间, 消 |      |

化道中无食物，如有，则分布在其后部..... IX

2.4 不同温度下丝光绿蝇生长进程

各温度下丝光绿蝇蝇蛆生长进程如表 2。该蝇蝇蛆生长至同一阶段的所需时间随温度的增高而明显缩短。3 龄期各阶段持续时间一般也随温度的增高而缩短。

表 1 不同温度下丝光绿蝇蝇蛆生长阶段时间进程表<sup>1)</sup>

| 孵化后时 |     | 温度/℃ |       |         |     |     | 孵化后时 |     | 温度/℃ |      |      |    |    |
|------|-----|------|-------|---------|-----|-----|------|-----|------|------|------|----|----|
| 间/h  |     | 16   | 20    | 24      | 28  | 32  | 间/h  |     | 16   | 20   | 24   | 28 | 32 |
| 12   | I   | I    | I     | I       | IV  | VI  | 132  | VII | VIII | VIII | VIII | IX | IX |
| 24   | I   | I    | II    | III, IV | VI  | VII | 144  | VII | VIII | VIII | IX   | IX | -  |
| 36   | I   | I    | III   | V       | VII | VII | 156  | VII | VIII | VIII | IX   | -  | -  |
| 48   | II  | II   | IV, V | VI, VII | VII | VII | 168  | VII | IX   | IX   | -    | -  | -  |
| 60   | III | III  | V     | VII     | VII | VII | 192  | VII | IX   | IX   | -    | -  | -  |
| 72   | IV  | IV   | VI    | VII     | VII | VII | 216  | VII | -    | -    | -    | -  | -  |
| 84   | V   | V    | VII   | VII     | VII | IX  | 240  | VII | -    | -    | -    | -  | -  |
| 96   | VI  | VI   | VIII  | VIII    | IX  | IX  | 264  | IX  | -    | -    | -    | -  | -  |
| 108  | VI  | VI   | VIII  | VIII    | IX  | IX  | 288  | IX  | -    | -    | -    | -  | -  |
| 120  | VII | VII  | VIII  | VIII    | IX  | IX  |      |     |      |      |      |    |    |

1) 少数阶段因历时不足 12 h，故未查见。

3 讨 论

关于蝇类幼虫体表形态随着发育时间的研究比较少见，一般学者认为除了 1、2、3 龄体长及消化道的变化外，没有其它可指示幼虫生长时间的变化。但本文结果表明事实并不如此。笔者发现后气门在幼虫生长时间的指示上比较有意义，其变化是渐进的过程，除了 1 裂、2 裂、3 裂等比较巨大的变化外，还有气门环的有无、完整与否，颜色深浅、线条粗细等变化。其二，表皮的变化也很有意义，随着幼虫的生长，表皮逐渐变厚，由最初的特别薄、透明，逐渐变厚、半透明，到最后的几乎不透明，颜色由浅逐渐变深，笔者曾将幼虫的表皮从初孵化到化蛹逐日解剖出来，制成玻片标本，可显著看出其变化，但尚未找出恰当的描述方法。其三，由于蝇类幼虫蜕皮时，其上一龄幼虫表皮覆盖在下一龄的外面，这样常出现特征的重叠现象，最显著的是后气门，这种现象持续数小时到十几小时，在本文中将其专门列为一个阶段。其四，幼虫的整体外型也可提供其生长阶段的线索，小幼虫在被固定液（XA 液）处理时，神经受到刺激，立即死去，虫体总是尽量伸直，各体节之间不套叠，而大幼虫，由于表皮厚，虫体组织多，抵抗力强，常常要挣扎一番，这样虫体就出现扭曲现象，且在头端和尾端有套叠出现。其五，处于积极取食期、体长增长的幼虫，消化道常充满食物，从而占据了体躯的大部分，而达到生长顶峰。体长下降的幼虫，由于不再取食，故消化道中不再有食物，甚至萎缩，同时为了为化蛹做准备，幼虫在表皮下累积了较多脂肪，这些特征可将达到生长顶峰前的幼虫和生长顶峰后的幼虫区分开来。其六，本文对蝇类幼虫的口咽器各个组成部分的长度测量发现，1、2 龄期，随着时间变化，各个组成部分均变大，而在 3 龄期则不是这样，几乎一进入 3 龄口咽器即接近最大值，因此不能作为昆虫日龄判断的标准。后气门横径遵循规律。除此之外，本文也对幼虫的气门间距、后表面各突起宽度及间距、昆虫各体节宽度及比例、头胸部与腹部的比

例、各体节棘带宽度及列数、虫体最大横径等进行了大量测量,均未发现随日龄的规律性变化,故没有在正文列出。最后要说明的是,本文所观察所有标本都是浸渍标本,少数特征可能与生活状态的标本不尽一致。

### 参考文献:

- [1] CATTIS E P. Forensic entomology in criminal investigations[J]. Ann Rev Ent, 1992, 37: 253 ~ 272.
- [2] CATTIS E P, HASKELL N H. Entomology and death: a procedural guide[M]. Clemson. Sc: Joyce' Print Shop, 1991. 180.
- [3] 马玉坤, 胡萃. 杭州地区尸食性昆虫种类与生物学特性的初步研究[J]. 浙江农业大学学报, 1997, 23: 375 ~ 380.
- [4] 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[J]. 昆虫学报, 1997, 40(1): 62 ~ 69.
- [5] 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[J]. 寄生虫与医学昆虫学报, 1999(6): 52 ~ 57.
- [6] 王江峰, 陈玉川, 胡丙杰, 等. 法医昆虫毒物学的研究[J]. 广东公安科技, 2000(增刊): 210 ~ 213.
- [7] 王江峰, 胡萃, 陈玉川, 等. 四种尸食性蝇类卵的表面超微结构[J]. 中山医科大学学报, 2000, 21 (4S): 10 ~ 12.
- [8] 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[A]. 中国法医学最新科研与实践, 全国第六次法医学学术交流会议论文精选[M]. 北京: 中国人民公安大学出版社, 2000
- [9] REITER C. Zum Washstumsverhalten der maden der blauen schmeisstige calliphora vicina[J]. Zeitchrift fur Z Rechtsmedi, 1984, 91: 295 ~ 308.
- [10] GREENBERG B. Flies as forensic indicators[J]. J Med Ent, 1991, 28: 553 ~ 577.

## Chronometrical Morphology of *Lucilia sericata* and Its Application in the Determination of Postmortem Interval

WANG Jiang-feng<sup>\*</sup>, CHEN Yu-chuan, HU Cui, MIN Jian-xiong, LI Jun-tao

**Abstract:** To clarify the chronometrical morphology pattern of *Lucilia sericata* for application in the determination of postmortem interval in homicide cases. The forensic important fly *Lucilia sericata* was reared at different constant temperatures to study its morphological change during their growth. The structural traits of posterior *spitacles*, skin and digestive dust regularly changed with larval growth and according to these, the whole stage of *Lucilia sericata* could be divided into 8 stages. The duration each stage needed is different in different constant temperature, longer in low temperature and shorter in higher temperature. Some traits of maggot morphology could be used as insect age mark, thus post-mortem interval indicator.

**Keywords:** forensic entomology; *Lucilia sericata*; larval morphology; temperature

<sup>\*</sup> Department of Forensic Pathology, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China