

室内自然变温条件下广东栅蚤蝇的发育速度和有效积温

李论, 冯典兴*, 吴静 (沈阳大学生命科学与工程学院, 辽宁沈阳 110044)

摘要 [目的]研究广东栅蚤蝇 [*Diplonevra peregrina* (Wiedemann)] 在室内自然变温条件下的发育规律。[方法]在室内自然变温条件下研究广东栅蚤蝇的发育速度和有效积温。[结果]室内自然变温条件下广东栅蚤蝇卵、幼虫及蛹的发育起点温度分别为 (14.78 ± 1.25) 、 (15.88 ± 0.90) 和 (16.04 ± 0.20) °C, 有效积温分别为 (176.24 ± 19.52) 、 $(1\ 571.95 \pm 158.07)$ 和 $(3\ 516.41 \pm 100.46)$ h × °C, 确立了 2 个有效积温与幼虫体长的线性回归方程: $Y_1 = 0.862 + 0.848X_1$ 、 $Y_2 = 27.604 - 1.460X_2$ 。[结论]在室内自然变温条件下用积温法则建立起的广东栅蚤蝇发育数学模型可应用于法医学死亡时间推断。

关键词 广东栅蚤蝇; 有效积温; 死亡时间

中图分类号 Q969.451.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)28-0001-02

Developmental Rate and Effective Accumulated Temperature of *Diplonevra peregrina* (Wiedemann) under Indoor Natural Temperature

LI Lun, FENG Dian-xing*, WU Jing (College of Life Science and Engineering, Shenyang University, Shenyang, Liaoning 110044)

Abstract [Objective] To investigate development law of *Diplonevra peregrina* (Wiedemann) under indoor natural temperatures. [Method] Rate of development and total effective accumulated temperature of *D. peregrina* were studied under indoor natural temperature. [Result] Developmental threshold temperature of eggs, larvae and pupae were (14.78 ± 1.25) , (15.88 ± 0.90) and (16.04 ± 0.20) °C, respectively, and effective accumulated temperature were (176.24 ± 19.52) , $(1\ 571.95 \pm 158.07)$ and $(3\ 516.41 \pm 100.460)$ h × °C, respectively. Two equation of linear regression ($Y_1 = 0.862 + 0.848X_1$, $Y_2 = 27.604 - 1.460X_2$) were established between the total effective temperature and the body length of larvae. [Conclusion] It can be used to estimate the time of death in forensic medicine practice depending on the mathematical model from the effective temperature under indoor natural temperature.

Key words *Diplonevra peregrina* (Wiedemann); Effective accumulated temperature; Post-mortem interval

在刑事凶杀案件的侦破中,死亡时间(PMI)的准确判断具有特别重要的意义,它是确定破案范围、嫌疑人以及排除作案可能性的主要依据之一。尸食性蝇类发育生物学在 PMI 推断中有着重要地位,尤其当 PMI 大于 3 d 时^[1]。相对于大型的蝇类,体型微小的蚤蝇可轻易通过缝隙进入相对密闭的空间(门窗关闭的室内、汽车内、相对密封的塑料袋、棺材等),第一时间入侵尸体,成为命案现场主要甚至是唯一的昆虫证据。因此,近些年尸食性蚤蝇备受法医昆虫学家和昆虫学家的重视^[2]。

广东栅蚤蝇 [*Diplonevra peregrina* (Wiedemann)] 隶属蚤蝇科栅蚤蝇属,是中国第 1 个有记载的蚤蝇种类,在东亚、澳洲和太平洋其他地区广泛分布^[3-4]。广东栅蚤蝇是一种重要的尸食性蝇类。在我国杭州的室内外,人们已从猪的尸体上收集到广东栅蚤蝇的成虫^[5-6]。在美国夏威夷,人们也从猪的尸体上收集到广东栅蚤蝇^[7]。其幼虫主要出现在猪尸体腐烂阶段并且集中在尸体的下面^[8]。在马来西亚地区,广东栅蚤蝇可进入洞穴,其幼虫以刚刚死亡的蝙蝠为食^[9]。在我国东北地区室内可经常诱捕、采集到广东栅蚤蝇。目前,关于广东栅蚤蝇发育历期、体长和有效积温等生物学特性的研究鲜见报道。鉴于此,笔者研究了室内自然变温条件下广东栅蚤蝇的发育速度和有效积温,以期在广东栅蚤蝇在法医学死亡时间推断中的应用提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料 广东栅蚤蝇饲养于沈阳大学辽宁省城市有害生

基金项目 国家自然科学基金项目(81102296)。

作者简介 李论(1990-),女,辽宁黑山人,硕士研究生,研究方向:法医昆虫学。* 通讯作者,副教授,博士,从事法医昆虫学研究。

收稿日期 2016-08-12

物治理与生态安全重点实验室。

1.2 方法 2015 年 9 月 22 日至 11 月 8 日在室内自然变温条件下,将未交配的雌、雄成虫放在培养瓶中自由交配。观察到成虫产卵后,定时取出培养瓶中的虫卵($n \geq 30$),记录产卵时间;待幼虫孵化后,记录第 1 头幼虫的孵化时间,并定时将幼虫转移至三角瓶中,用新鲜的猪肉饲养至化蛹。利用 Olympus 三维重构图像处理系统(Olympus BX 41 实体显微镜 + Olympus DP 71 显微数码摄影相机和 Image-ProPlus 6.0 软件)进行幼虫活体测量^[10],幼虫化蛹后,记录第 1 头幼虫化蛹时间;记录第 1 头成虫的羽化时间,以此确定卵、幼虫、蛹在室内自然变温条件下的最短发育历期。应用 DL-WS263 型温湿度记录仪记录环境温度。

1.3 数据处理 采用最小二乘法计算各虫态的发育起点温度(C)和有效积温(K),以及两者的标准差 S_c 和 S_k 。利用 Excel 和 SPSS 16.0 软件进行数据处理。

2 结果与分析

在室内自然变温条件下,广东栅蚤蝇卵、幼虫和蛹的发育历期随着温度升高总体呈现缩短趋势(表 1)。

以最小二乘法计算出广东栅蚤蝇卵、幼虫和蛹的发育起点温度分别为 (14.78 ± 1.25) 、 (15.88 ± 0.90) 和 (16.04 ± 0.20) °C,有效积温分别为 (176.24 ± 19.52) 、 $(1\ 571.95 \pm 158.07)$ 和 $(3\ 516.41 \pm 100.46)$ h × °C(表 2)。

广东栅蚤蝇发育至某一长度时的有效积温见表 3。取食期,广东栅蚤蝇幼虫体长逐渐增加,最大体长为 (11.140 ± 0.017) mm;离食期,其体长略微变短。分别对广东栅蚤蝇幼虫取食期和离食期有效积温与体长之间的关系进行线性回归分析以及相关显著性检验。以幼虫体长为自变量(X),以有效积温为因变量(Y),拟合得直线回归方程(为了便于计

表1 广东栅蚤蝇在室内自然变温条件下的发育历期

Table 1 Developmental durations of *D. peregrina* under indoor natural temperature

虫态 Insect state	平均温度 Average temperature//°C	发育历期 Developmental duration//h
卵 Egg	28.07	13.17
	27.83	13.58
	25.49	17.00
	25.19	17.67
	25.02	16.67
	24.03	18.17
幼虫 Larvae	26.17	154.00
	24.35	181.00
	23.75	203.17
蛹 Pupae	23.80	454.67
	23.63	460.92
	21.62	629.83

表2 广东栅蚤蝇在室内自然变温条件下的发育起点温度和有效积温

Table 2 Developmental threshold temperature and effective accumulated temperature of *D. peregrina* under indoor natural temperature

虫态 Insect state	发育起点温度 Developmental threshold temperature//°C	S_c	有效积温 Effective accumulated temperature//h × °C	S_k
卵 Egg	14.78	1.25	176.24	19.52
幼虫 Larvae	15.88	0.90	1 571.95	158.07
蛹 Pupae	16.04	0.20	3 516.41	100.46

表3 广东栅蚤蝇在室内自然变温条件下的发育速度与有效积温

Table 3 The rate of development and the sum of effective temperature of *D. peregrina* under indoor natural temperature

日期 Date	时间 Time	生长时间 Growth time//h	温度 Temperature//°C				T - C	幼虫长度 Larva length mm	有效积温 Effective accumulated temperature//h × °C
			平均 Mean	最高 Maximum	最低 Minimum				
10-04	19:30	0					未孵化	0	
10-05	13:40	18.17	24.03	26.30	22.80	9.25	1.470 ± 0.010	168.07	
10-06	01:40	30.17	24.25	25.70	23.30	8.37	1.930 ± 0.017	268.51	
10-06	07:40	36.17	23.42	23.60	23.20	7.54	2.340 ± 0.024	313.75	
10-06	19:40	48.17	25.42	26.70	23.60	9.54	3.560 ± 0.077	428.28	
10-07	01:40	54.17	24.18	24.80	23.80	8.30	4.370 ± 0.024	478.07	
10-07	07:40	60.17	23.85	24.70	23.60	7.97	5.050 ± 0.009	525.88	
10-07	13:40	66.17	25.69	26.40	24.70	9.81	5.880 ± 0.017	584.72	
10-07	19:40	72.17	25.18	25.80	24.30	9.30	6.870 ± 0.014	640.54	
10-08	01:40	78.17	24.59	24.90	24.40	8.71	7.900 ± 0.091	692.81	
10-08	07:40	84.17	24.63	24.90	24.40	8.75	8.470 ± 0.010	745.33	
10-08	13:40	90.17	27.13	28.30	24.70	11.25	8.770 ± 0.025	812.82	
10-08	19:40	96.17	24.52	24.60	24.40	8.64	9.860 ± 0.017	864.65	
10-09	01:40	102.17	24.52	24.60	24.40	8.64	9.900 ± 0.003	916.47	
10-09	07:40	108.17	24.16	25.50	23.50	8.28	9.880 ± 0.010	966.14	
10-09	13:40	114.17	27.37	28.30	25.40	11.49	10.480 ± 0.024	1 035.08	
10-09	19:40	120.17	25.16	26.70	24.70	9.28	11.140 ± 0.017	1 090.78	
10-10	07:40	132.17	24.40	25.30	24.10	8.52	10.550 ± 0.091	1 193.07	
10-10	13:40	138.17	26.32	28.00	24.80	10.44	10.550 ± 0.077	1 255.73	
10-10	19:40	144.17	25.16	26.70	24.70	9.28	9.880 ± 0.010	1 311.43	
10-11	01:40	150.17	23.65	24.10	23.30	7.77	9.540 ± 0.077	1 358.04	
10-11	07:40	156.17	23.24	23.80	23.00	7.36	9.260 ± 0.014	1 402.17	
10-11	13:40	162.17	23.27	24.20	22.80	7.39	8.940 ± 0.024	1 446.49	
10-11	19:40	168.17	22.65	23.00	22.30	6.77	8.860 ± 0.010	1 487.09	
10-11	23:40	172.17	22.36	22.80	22.10	6.48	化蛹	1 513.01	
11-07	05:30	802.00	21.62	32.50	18.80	5.64	成蝇	5 065.25	

算积温值缩小 100 倍), 取食期: $Y_1 = 0.862 + 0.848X_1$ ($R^2 = 0.978, P < 0.01$); 离食期: $Y_2 = 27.604 - 1.460X_2$ ($R^2 = 0.96, P < 0.01$)。

3 结论与讨论

在室内自然变温条件下, 广东栅蚤蝇卵、幼虫和蛹的发育历期随着温度升高呈缩短趋势, 这与大头金蝇 (*Chrysomya megacephala*)^[11-14]、棕尾别麻蝇 (*Boettcherisca peregrina*)^[14-15]、丝光绿蝇 (*Lucilia serleata*)^[14,16]、紫绿蝇 (*Lucilia porphyria*)、宽丽蝇 (*Cauiphora nigrbarbis*) 和巨尾阿丽蝇 (*Aldrichina grahami*)^[14] 等大型蝇类一致。

在取食期, 多数蝇类幼虫体长逐渐增加, 直至达到最大值, 在离食期, 体长略微变短^[16-17], 广东栅蚤蝇幼虫发育也存在这一现象, 且幼虫体长与有效积温之间存在显著相关关系, 因此, 在法医学的死亡时间推断中有较大的应用价值。目前, 国内外已有一些利用积温法则推断死者死亡时间的报道, 涉及的种类主要有巨尾阿丽蝇和丝光绿蝇, 推断的死亡时间与破案后犯罪嫌疑人供述的作案时间基本吻合^[8,14,16,18-19]。我国关于蚤蝇的研究起步较晚, 具有法医学意义种类的发育数据十分匮乏。通过在室内自然变温条件下对广东栅蚤蝇发育进行研究, 积累了其发育历期、体长与有效积温的数据, 为我国法医昆虫学实践提供了参考资料。

于其他处理,劲头适中,燃烧性较好,此外,其香气质、香气量及吃味得分均明显高于其他处理;B2F烟叶各处理中,处理

④的感官评吸结果略高于处理③。综上所述,处理③感官评吸最好。

表6 不同处理烟叶感官评吸结果

Table 6 Sensory evaluation results of tobacco leaf in different treatments

等级 Grade	处理 Treatment	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma quantity	吃味 Taste	杂气 Mixed gas	刺激性 Irritating	劲头 Strength	燃烧性 Burning property	灰色 Ashy	总分 Total score
C3F	①	7.0	7.0	7.2	5.4	6.3	适中	较强	灰	32.9
	②	7.5	7.5	7.5	6.8	7.0	适中	较强	灰	36.3
	③	8.0	8.0	8.2	7.3	7.3	适中	较强	灰	38.8
	④	7.7	7.7	7.8	7.1	7.2	适中	较强	灰	37.5
B2F	①	6.7	6.7	6.2	5.2	6.2	稍大	较强	灰	31.0
	②	6.7	6.8	6.7	5.7	6.4	稍大	较强	灰	32.3
	③	7.7	7.8	7.8	7.0	6.9	稍大	较强	灰	37.2
	④	7.7	7.9	7.8	7.0	7.0	稍大	较强	灰	37.4

3 结论与讨论

在该试验条件下,不同生物降解膜对烤烟大田生育期和农艺性状影响不大,其中,覆盖宽度×厚度为1 m×0.008 mm的黑色全生物降解膜处理烟叶感官评吸总体得分最高、化学成分最好、物理结构最佳,但其经济性稍逊于覆盖宽度×厚度为1 m×0.010 mm的黑色全生物降解膜处理。从经济性来看,覆盖宽度×厚度为1 m×0.010 mm的黑色全生物降解膜处理表现较好;从烟叶品质来看,覆盖宽度×厚度为1 m×0.008 mm的黑色全生物降解膜处理表现最佳。

全生物降解膜的使用可减少环境污染,有利于保护环境,但降解膜的厚度、颜色以及降解速率会影响地膜的吸热保温性能,进而影响烤烟经济性状以及烟叶品质。因此,仍需从地膜工艺和大田应用2个方面持续改进地膜质量,力争实现作物产量和质量的统一,从而实现全生物降解膜的大面

积推广应用。

参考文献

- [1] 王耀林. 地膜覆盖栽培技术大全[M]. 北京:农业出版社,1988:35-41.
- [2] ROMIC D, ROMIC M, BOROSIC J, et al. Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivation[J]. Agricultural water management, 2003, 60(2): 87-97.
- [3] 陈奇恩. 中国塑料薄膜覆盖农业[J]. 中国工程科学, 2002, 4(4): 12-21.
- [4] 赵爱琴, 李子忠, 龚元石, 等. 生物降解地膜对玉米生长的影响及其田间降解状况[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(2): 74-78.
- [5] 邱威扬, 邱贤华, 王飞镜. 淀粉塑料[M]. 北京:化学工业出版社, 2002: 116-117.
- [6] 叶永成, 白福臣, 于恺. 我国农膜技术的发展方向[J]. 塑料工业, 2002, 30(11): 1-3.
- [7] 乔海军. 生物全降解地膜的降解过程及其对玉米生长的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2007: 3-4.
- [8] 乔海军, 黄高宝, 冯福学, 等. 生物全降解地膜的降解过程及其对玉米生长的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(5): 71-75.

(上接第2页)

参考文献

- [1] CATTI E P, HASKELL N H. Entomology and death: A procedural guide [M]. USA: Joyce's Print Shop, Clemson, 1990.
- [2] DISNEY R H L. Forensic science is not a game [J]. Pest Tech, 2011, 5(1): 16-22.
- [3] 刘广纯. 中国蚤蝇分类: 双翅目: 蚤蝇科: 上册[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2001.
- [4] BEYER E M. Diptera: Phoridae [J]. Insects micronesia, 1967, 7(13): 329-360.
- [5] 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]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 1997, 23(4): 375-380.
- [6] 王玉莹, 胡萃, 闵建雄. 杭州地区猪尸体上昆虫群落的组成与演替的初步观察[J]. 昆虫学报, 2000, 43(4): 388-393.
- [7] SHALABY O A, DECARVALHO L M, GOFF M L. Comparison of patterns of decomposition in a hanging carcass and a carcass in contact with soil in a xerophytic habitat on the Island of Oahu, Hawaii [J]. Journal of forensic sciences, 2000, 45(6): 1267-1273.
- [8] 胡萃. 法医昆虫学[M]. 重庆: 重庆出版社, 2000.
- [9] INSECTS P, MCCLURE H E, LIM B L, et al. Fauna of the Dark Cave, Batu Caves, Kuala Lumpur, Malaysia [J]. Insects, 1967, 9: 399-428.
- [10] 冯典兴, 刘广纯. 尸食性蚤蝇幼虫活体测量的新方法[J]. 沈阳大学学报(自然科学版), 2012, 24(2): 23-25.
- [11] 吴殿鹏, 毛润乾, 郭明昉, 等. 温度对大头金蝇生长发育的影响及其用于PMI推断的探讨[J]. 环境昆虫学报, 2010, 32(3): 318-321.
- [12] 裴广畅, 郭娟宁, 樊爱英, 等. 自然条件下大头金蝇的发育速度和有效积温及其法医学应用[J]. 新乡医学院学报, 2008, 25(2): 187-189.
- [13] 王江峰, 胡萃, 陈玉川, 等. 温度对大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius) 幼虫体长变化的影响[J]. 寄生虫与医学昆虫学报, 2002, 9(2): 100-105.
- [14] 陈禄仕. 利用积温和昆虫发育历期推测死亡时间的研究[J]. 中国法医学杂志, 2007, 22(4): 236-237.
- [15] 汪海洋, 时燕薇, 刘小山, 等. 不同温度条件下棕尾别麻蝇的生长发育及其在法医学上的意义[J]. 环境昆虫学报, 2010, 32(2): 166-172.
- [16] 牛青山, 潘永峰, 温志成, 等. 丝光绿蝇的发育速度和有效积温的实验观察及其法医学应用[J]. 中国法医学杂志, 2000, 15(4): 214-216.
- [17] 汪静, 申红, 王俊刚. 温度对家蝇幼虫生长发育的影响[J]. 江西农业学报, 2013(7): 85-87.
- [18] 陈禄仕. 积温法则进行死亡时间推断[J]. 法医学杂志, 2006, 22(6): 438.
- [19] 贾宝强. 利用丝光绿蝇发育的有效积温推断死亡时间1例[J]. 刑事技术, 2009(5): 42.