药材甲发育起点温度和有效积温*

李　灿[1,2]　李子忠[1**]

(1. 贵州大学 昆虫研究所　贵阳　550025; 2. 贵阳学院 生物与环境工程系　贵阳　550003)

The developmental threshold temperature and the effective accumulated temperature of *Stegobium paniceum*.

LI Can[1,2], LI Zi-Zhong[1**] (1. *Institute of Entomology*, *Guizhou University*, Guiyang　550025, China; 2. *Department of Biology and Engineering of Environment*, *Guiyang University*, Guiyang　550003, China)

Abstract　The developmental threshold temperature (DTT) and effective accumulated temperature (EAT) of drugstore beetle *Stegobium paniceum* (L.) were observed under six constant temperatures in the range of 17～32 ℃. The DTT of egg, larvae, pupae, pre-oviposition and whole generation were 5.05, 8.45, 9.06, 8.36 and 8.01 ℃ respectively, and their EAT were 177.92, 745.53, 127.88, 37.79 and 1094.06 degree-day respectively.

Key words　*Stegobium paniceum*, Chinese medicine material, developmental threshold temperature, effective accumulated temperature, Guiyang

摘　要　在恒温条件下用新鲜药材甘遂饲养药材甲 *Stegobium paniceum*(L.), 测定药材甲各虫态(龄)的发育历期, 结果表明, 该虫卵、幼虫、蛹、产卵前期及世代发育起点温度分别是5.05, 8.45, 9.06, 8.36和8.01 ℃, 有效积温分别是177.9, 745.5, 127.9, 37.8和1 094.1 日·度。

关键词　药材甲, 中药材, 发育起点温度, 有效积温, 贵阳

药材甲 *Stegobium paniceum* (L.)是世界性分布的储藏物害虫, 在美国南部各州、德国柏林、印度卡纳塔克等地大量发生和危害[1～3]。该虫食性复杂, 严重危害动植物药材、档案图书、储藏文物、饼干、巧克力等食品, 甚至取食锡箔、铝箔等金属制品[4,5]。在我国, 药材甲是中药材储藏期的主要害虫之一。在山东、湖北等地的中药材储藏期昆虫群落中, 药材甲均为优势种群[6,7]。近年来药材甲在贵阳地区大量暴发[8], 库存中药材遭到严重危害。国外一些学者对该虫的为害习性、分布特点以及防治实践做过一些研究工作[4,5,9], 国内仅见顾忠盈等[10]就温度对其种群生长发育的影响作过报道, 吴江等[11]报道了药材甲的信息素合成方法, 夏传国等[12]报道了植物提取物对药材甲的产卵忌避作用, 截至到目前, 没有该虫系统的发育起点温度和有效积温的研究资料。本试验在实验室智能人工气候箱控制温湿度条件下用甘遂饲养观察, 研究了药材甲的发育起点温度和有效积温, 为库房药材甲种群数量控制提供理论依据。

1　材料和方法

1.1　供试虫源

大量药材甲成虫和幼虫采自贵阳当地药材公司和药材批发市场, 在室内以新鲜甘遂为寄主食料饲养, 备用。

1.2　试验设备条件

智能人工气候箱(LRH250-GS 型, 广东医疗器械厂)、亚都超声波加湿器(YC-D202 型, 北京亚都科技股份有限公司)、连续变倍体视显微镜(解剖镜, XTS20, 泰克仪器公司)、温湿度计、纱网等。温度设置 17, 20, 23, 26, 29, 32 ℃(±0.5 ℃), 共计 6 个处理, 相对湿度 75 %(±5 %), 光照 12 h。

*贵州省科技项目[黔科合中药专字(2003)52]和国家烟草专卖局项目[黔烟科(2004)13]资助。

**通讯作者, Email: lizizhong38@163.com

收稿日期: 2006-09-05, 修回日期: 2006-10-17, 接受日期: 2007-02-26

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

1.3 试验方法

药材甲成虫在羽化盛期配对，将交配后的雌虫接种于新鲜 50 g 粉末状药材上，卵收集至 50 粒，将成虫移开。将接有卵的药材粉末盛于 100 mL 烧杯中，用 50 目纱网封盖，用塑料胶带扎紧封盖，分别放置于设定的温度湿度条件下培养。每日上午 8 时，晚上 20 时观察发育进度。逐日记录卵、幼虫、蛹的发育历期。每处理设4 个重复。

1.4 计算方法

在6个温度下药材甲的生长发育均可完成，因此可取各处理的观察值。根据发育速率与温度关系的数学模型，将不同温度下各虫态(龄)和整个世代(卵至成虫开始产卵所经历的时期)的发育历期进行加权平均，求得各虫态(龄)的平均历期 D，将其换算成相应的平均发育速率 V($V=1/D$)，采用“最小二乘法”公式：

$$C=\frac{\sum V^2\sum T-\sum V\sum VT}{n\sum V^2-(\sum V)^2},$$

$$K=\frac{n\sum VT-\sum V\sum T}{n\sum V^2-(\sum V)^2}。$$

求出发育起点温度 C 和有效积温K，再将求得的发育起点温度 C(理论值)代入有效积温法则直线回归公式：

$$T'=C+KV,$$

求出 T'(温度理论值)。用公式：

$$S_C=\sqrt{\frac{\sum(T-T')^2}{n-2}\left(\frac{1}{n}+\frac{\overline{V}^2}{\sum(V-\overline{V})^2}\right)},$$

$$S_K=\sqrt{\frac{\sum(T-T')^2}{(n-2)\sum(V-\overline{V})^2}}。$$

求出发育起点温度标准误差 S_C 和有效积温标准误差S_K。

其中 T 为环境温度，T'为计算的温度，V 为发育速率。

2 结果与分析

2.1 温度对药材甲各虫态(龄)发育历期的影响

不同温度下药材甲各虫态(龄)的发育历期如表 1 所示。温度对药材甲的发育历期有显著影响。随着温度升高，药材甲的发育历期缩短，发育速率加快，线性关系显著(表 2)。与 32 ℃下相比，在 17 ℃下，卵的发育历期减少 7.4 d，幼虫发育历期减少 43.8 d，整个世代历期则减少 60.4 d。可见，实验温度范围内，药材甲完成 1 个世代的发育所需要的时间随着温度的升高缩短，温度是影响药材甲发育的主要因子之一。

表 1 不同温度(℃)下药材甲的发育历期 (d)*

温度(℃)	卵	1 龄幼虫	2 龄幼虫	3 龄幼虫	4 龄幼虫	幼虫合计	蛹历期	产卵前期	世代历期
17	13.4±1.1	13.6±0.5	16.6±0.5	19.0±0.7	25.2±0.8	74.4±1.1	13.0±1.0	3.3±0.7	104.1±2.8
20	11.2±0.8	12.4±0.5	14.2±0.8	17.4±1.1	23.6±1.1	67.6±1.9	11.8±2.2	3.0±0.3	93.6±4.4
23	10.0±1.0	8.0±0.7	9.8±1.3	14.6±1.0	19.8±1.9	52.2±3.7	9.4±0.5	3.0±0.3	74.6±1.5
26	9.2±0.5	7.4±1.1	8.8±0.5	12.2±1.5	17.6±0.9	46.0±3.3	8.0±0.7	2.3±0.1	65.5±4.1
29	8.2±0.8	6.8±0.8	7.0±0.7	10.0±1.0	12.8±2.5	36.6±1.5	7.2±1.1	2.0±0.1	54.0±2.7
32	6.2±1.1	6.6±0.9	6.0±1.2	8.0±0.9	10.0±1.0	30.6±1.3	5.2±1.1	1.5±0.1	43.5±2.5

*平均值±标准差。

2.2 药材甲各虫态(龄)的发育起点温度和有效积温

根据表 1 中的数据，药材甲各虫态(龄)的发育起点温度 C，有效积温 K，及其标准误差 SC 和 SK(表 3)。比较各虫态(龄)的发育起点温度和有效积温，药材甲 4 龄幼虫的发育起点温度最高，为 10.6 ℃，然后依次是 2 龄幼虫、蛹期、3 龄幼虫、产卵前期、1 龄幼虫，卵的发育起点温度在各发育阶段中最低，为 5.05 ℃。药材甲幼虫期的有效积较多，为 745.5 日·度，占世代积温的 68.1%，其大龄幼虫(3 龄、4 龄幼虫)有效积温明显高于低龄幼虫(1 龄、2 龄幼虫)，

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

幼虫发育历期长，各龄期之间发育起点温度差异大，这是药材甲以幼虫危害为主的主要原因。产卵前期有效积温最少，为 37.8 日·度，可见蛹在羽化为成虫后理论上很短时间内完成觅偶、交配和产卵等繁殖后代的本能任务，其产卵前补充食物能量时间较少，对储藏药材的和其他产品的危害程度较低，与实验观察结果基本一致。

表 2　发育速率与温度的线性回归方程

发育阶段	线性回归方程	r
卵	$V=0.005T-0.017$	0.957**
1 龄幼虫	$V=0.006T-0.021$	0.950**
2 龄幼虫	$V=0.007T-0.069$	0.992**
3 龄幼虫	$V=0.004T-0.037$	0.974**
4 龄幼虫	$V=0.004T-0.036$	0.948**
幼虫期	$V=0.001T-0.010$	0.984**
蛹	$V=0.007T-0.056$	0.961**
产卵前期	$V=0.023T-0.139$	0.935**
世代	$V=0.001T-0.006$	0.981**

**表明线性关系极显著。

3　讨论

温度是影响昆虫生命活动的一个主导因子，基于发育起点温度和有效积温法则，药材甲各虫态(龄)因发育起点温度低，有效积温大，各虫态(龄)在贵阳地区的发育起点温度高低交替，显著低于贵阳市年平均温度，世代重叠明显，是药材甲在贵阳地区的发生代数多、危害严重的主要原因。结合贵州省气象局提供的气象资料，贵阳年平均气温 15.3℃，年度总积温 5584.5 日·度，其中 1～2 月平均 4.9℃，低于药材甲各虫态龄的发育起点温度，因此，药材甲在贵阳的理论发生代数 4.8 代，由于 11，12，3 月的部分时间气温低于发育起点温度，因此理论上药材甲在贵阳的年发生代数为少于 4.8 代，与实际调查结果相符(大部分完成 4 代，少部分完成 3 代，极少数完成 5 代，与食物条件有关)。

表 3　药材甲各虫态(龄)的发育起点温度 C(℃)和有效积温 K(日·度)

发育阶段	C	S_C	K	S_K	发育预测模型
卵	5.1	1.1	177.9	6.8	$T=(177.9\pm6.8)/N+(5.1\pm1.1)$
1 龄幼虫	5.7	3.3	158.3	25.9	$T=(158.3\pm25.9)/N+(5.7\pm3.3)$
2 龄幼虫	9.7	1.0	135.8	8.6	$T=(135.99\pm8.6)/N+(9.7\pm1.0)$
3 龄幼虫	8.5	2.1	197.8	23.3	$T=(197.8\pm23.3)/N+8.5\pm2.1)$
4 龄幼虫	10.6	2.6	227.0	38.3	$T=(227.0\pm28.3)/N+(10.6\pm2.6)$
幼虫期	8.5	1.6	745.5	67.5	$T=(745.3\pm67.5)/N+(8.5\pm1.6)$
蛹	9.1	2.4	127.9	18.5	$T=(127.9\pm18.5)/N+(9.1\pm2.4)$
产卵前期	8.4	3.3	37.8	7.2	$T=(37.8\pm7.2)/N+(8.4\pm3.3)$
世代	8.0	1.8	1094.1	109.4	$T=(1094.1\pm109.4)/N+(8.0\pm1.8)$

参　考　文　献

1　Platt R. R., Cuperus G. W. *J. Stored Prod. Res.*, 1998, **34**(1): 1～10.

2　Scheurer S., Dubau B. K. *Anzeiger fur Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 1999, **72**(1): 14～18.

3　Kotikal Y. K., Karnataka K. A. *J. Agricul. Sci.*, 2000, **13**(4): 858～866.

4　Heath L. A. F., Smithers P. *Bee World*, 1986, **67**(1): 12～14.

5　Jaskiewicz B., Golan K. *Ochrona Roślin*, 2003, **47**(1): 9～10.

6　李照会，郑方强. 粮食贮藏，2001(3): 12～16.

7　刘桂林，邓望喜. 华东昆虫学报，1995, **4**(1): 47～50.

8　李灿，李子忠，杨友联. 山地农业生物学报，2004, **24**(1): 43～47.

9　Gunasekaran N., Rajendran S. *J. Stored Prod. Res.*, 2005, **41**(3): 283～294.

10　顾忠盈，张孝羲，耿济国. 南京农业大学学报，1993, **16**(1): 33～37.

11　吴江，匡晓帆. 四川大学学报(自然科学版)，2000, **37**(2): 232～237.

12　夏传国，陈杰林. 仲恺农业技术学院学报，1999, **12**(1): 5～9.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n