

金银花尺蠖发育起点温度和有效积温的研究^{*}

向玉勇^{**} 殷培峰 汪美英 罗 侠 张元昶

(滁州学院 化学与生命科学系 滁州 239012)

摘 要 利用光照培养箱,在 16、19、22、25、28、31 和 34 ℃ 7 个恒温条件下饲养金银花尺蠖 *Heterolocha jinyinhuaphaga* Chu,对其各虫态的发育历期、发育起点温度和有效积温进行了研究。结果表明,该虫在 16~34 ℃ 的温度范围内均能正常生长发育,但各虫态的发育历期随温度变化而变化,在 31 ℃ 以下的温度时,发育历期随温度的升高而缩短,超过 31 ℃ 时,发育速度反而减慢,发育历期则逐渐延长;卵、幼虫、蛹、产卵前期和整个世代的发育起点温度分别为 9.42、11.44、5.42、13.98 和 9.74 ℃,有效积温分别为 122.64、303.15、195.95、39.15 和 673.03 日·度;根据有效积温法则预测该虫在滁州市 1 年的理论发生代数 3.07 代,这与实际发生情况基本相符合。

关键词 金银花尺蠖,恒温饲养法,发育历期,发育起点温度,有效积温

Developmental threshold temperature and effective accumulative temperature of *Heterolocha jinyinhuaphaga*

XIANG Yu-Yong^{**} YIN Pei-Feng WANG Mei-Ying LUO Xia ZHANG Yuan-Chang

(Department of Chemistry and Life Sciences, Chuzhou University, Chuzhou 239012, China)

Abstract The developmental duration, developmental threshold temperature and effective accumulative temperature of *Heterolocha jinyinhuaphaga* Chu were studied at seven constant temperatures (16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 ℃) in an illuminated incubator. The results show that larvae could grow normally within a temperature range of 16–34 ℃, and that their developmental duration became shorter with increasing temperature up to 31 ℃, above which growth slowed and development duration increased. The developmental threshold temperatures of eggs, larvae, pupae, pre-oviposition females and an entire generation were 9.42, 11.44, 5.42, 13.98 and 9.74 ℃ respectively, and their effective accumulative temperatures were 122.64, 303.15, 195.95, 39.15 and 673.03 degree days respectively. According to the effective accumulative temperature law, we predict that this pest will have 3.07 generations annually in Chuzhou, which is in accordance with field observations.

Key words *Heterolocha jinyinhuaphaga*, feeding method of constant temperature, development duration, developmental threshold temperature, effective accumulative temperature

金银花 (*Lonicera japonica* Thunb) 系忍冬科忍冬属植物,别名二花、双花、二宝花、老翁须、忍冬等,为我国名贵中药材,其茎、叶、花均可入药,尤以花蕾药效最高,具有清热解毒、消炎祛肿、通经活络之功效,被誉为天然广谱抗菌素(中华人民共和国卫生部药典委员会,1990)。金银花的适应性很强,在全国许多地区都有分布,在安徽省已有多年的种植历史,是我国主要产区之一。随着种植

业结构的调整,金银花种植面积不断扩大,形成了较为复杂的金银花生态系统,病虫害发生危害也越来越严重,其中金银花尺蠖 *Heterolocha jinyinhuaphaga* Chu 是近年来新发现的金银花主要食叶害虫之一(王广军等,2005;姜敏等,2005),该虫为鳞翅目尺蛾科昆虫,别名拱腰虫,常将叶片咬成缺刻或孔洞,危害严重的地块金银花叶片被全部吃光,仅剩叶脉和叶柄,常造成金银花的大面积

^{*} 资助项目:安徽省高等学校优秀青年人才基金项目(2009SQRZ147)、滁州学院博士科研启动基金(2007-08)。

^{**} E-mail: xyy10657@sohu.com

收稿日期:2010-05-06,接受日期:2010-07-20

减产,甚至成片死亡,给金银花生产带来严重损失。因此,搞好金银花种植区金银花尺蠖的防治,对保证金银花的丰产,显得尤其重要。

昆虫的发育起点温度和有效积温是基础的生物学特征值(吴佳教等 2003),同时也是准确测报发生期从而确定最适防治时期的关键。因此,测得害虫的某一虫态或龄期的发育起点温度和有效积温后,便可结合当地气象预报资料,应用有效积温法则预测下一虫态或龄期的发生期,从而及时安排合理的防控措施。目前,国内对金银花尺蠖的生物学及防治方面只有少量的研究(王广军等, 2005;姜敏等, 2005;倪云霄等, 2006;张文冉等, 2007),但金银花尺蠖发育起点温度和有效积温的研究还未见相关报道。作者在室内恒温条件下对金银花尺蠖发育起点温度和有效积温进行了研究,以进一步阐明金银花尺蠖的发生规律,为该虫的预测预报和合理防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫的饲养

从滁州市郊三界镇野生金银花上采集金银花尺蠖幼虫,带回在光照培养箱中饲养多代。光照培养箱光照周期 L:D = 14:10、温度为(25 ± 1)℃、相对湿度为 75% ± 7%。采摘新鲜的金银花叶片,洗净、擦干后放入 600 mL 的罐头瓶内饲养幼虫,每瓶放 10 头幼虫,每天换新鲜叶片。待其化蛹后,用湿润纱布铺于瓶底,每天定期观察,检查羽化情况,把同日羽化的成虫按雌雄配对后放于同一养虫笼内,用 10% 的蔗糖水补充营养,让其交配产卵。

1.2 实验设备

光照培养箱(LRH-250-G 型,广东省医疗器械厂制造)、温湿度计、罐头瓶、纱网。

1.3 试验方法

1.3.1 不同温度下金银花尺蠖的发育历期观察

试验采用恒温饲养法,成虫羽化后放于养虫笼中使其交尾,产卵后挑 45 粒卵于湿纱布上,然后置于单个罐头瓶(约 600 mL)中,分别放入 7 个不同温度梯度的光照培养箱中(箱内温度分别设置 16、19、22、25、28、31、34℃,温度波动范围为 ± 1℃)。每日观察 3 次(8:30、14:30、20:30),记载各虫态出现的时间。卵孵化后,用新鲜的金银花叶片饲养幼虫,用纱布罩住罐头瓶口,并用橡皮筋扎

紧,每天早上更换吃剩的叶片和清理虫粪,一直培养到成虫阶段。实验重复 3 次。

1.3.2 数据处理 在设定的 7 个恒温条件下,金银花尺蠖均可完成生长发育,因此,可取各温度下的观察值进行统计分析。根据上述观察记录的结果,计算不同温度下各虫态的发育历期和发育速率,利用“最小二乘法”计算出各虫态的发育起点温度(C)和有效积温(K)(张孝羲 2002)。计算公式如下:

$$T = C + KV,$$

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

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

$$r = \frac{\sum TV - \frac{\sum T \sum V}{n}}{\sqrt{[\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}] \cdot [\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}]}}.$$

公式中 T 为环境温度, C 为发育起点温度, K 为有效积温, V 为发育速率(发育历期的倒数), r 为相关系数, n 为试验温度组数。

本试验所有数据均利用 SPSS11.5 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同温度下金银花尺蠖的发育历期

试验结果表明,温度对金银花尺蠖各虫态的发育历期有显著影响(表 1)。在 16 ~ 31℃ 的温度范围内,各虫态及全世代的发育历期与温度呈负相关关系,即随温度的升高发育历期明显缩短,发育速率加快,如卵、幼虫、蛹、产卵前期和全世代的发育历期分别从 16℃ 时的 15.1、51.44、18.79、8.58 和 93.91 d 缩短到 31℃ 时的 4.96、12.95、7.08、1.87 和 26.86 d。超过 31℃ 时各虫态的发育速度减慢,发育历期反而延长。在相同温度下,各虫态的发育历期有明显不同,以幼虫历期最长,蛹历期次之,卵期最短。

2.2 金银花尺蠖发育起点温度和有效积温

通过恒温下的饲养观察,得出了不同温度下金银花尺蠖各虫态的发育历期和相应的发育速率

(V) 根据时间和温度在发育速率上的直线关系, 采用直线回归法得出其发育起点温度(C)和有效积温(K) (表2)。从表2中可以看出, 蛹的发育起点温度较低, 为 5.42°C , 而产卵前期的发育起点温度较高, 为 13.98°C 。金银花尺蠖完成一个世代的发育起点温度为 9.74°C , 所需有效积温为 $673.03^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。经相关系数公式计算, 金银花尺蠖卵、幼虫、蛹、产卵前期和全代发育温度与其发

育历期存在显著相关性。这说明所得有效积温模型在 $16\sim 34^{\circ}\text{C}$ 的范围内, 能够很好地模拟金银花尺蠖各虫态发育速率、发育历期和温度的关系。根据滁州市气象台的气象资料 (全年平均气温 15.4°C) , 推算出金银花尺蠖全年的有效总积温为 $2\,065.9^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$, 可以推测金银花尺蠖在滁州市的理论发生代数 3.07 代。

表1 不同温度下金银花尺蠖的发育历期

Table 1 The development duration of *H. jinyinhuaphaga* at different temperatures

虫 态 Insect stage	发 育 历 期 (d) Development duration (d)						
	16 $^{\circ}\text{C}$	19 $^{\circ}\text{C}$	22 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	28 $^{\circ}\text{C}$	31 $^{\circ}\text{C}$	34 $^{\circ}\text{C}$
卵期 Egg	15.10 $\pm$ 0.98a	13.06 $\pm$ 0.55b	10.19 $\pm$ 0.26c	7.33 $\pm$ 0.22d	6.82 $\pm$ 0.12de	4.96 $\pm$ 0.20f	6.10 $\pm$ 0.18e
幼虫期 Larva	51.44 $\pm$ 1.72a	29.25 $\pm$ 1.06b	27.56 $\pm$ 0.63bc	26.10 $\pm$ 1.12c	21.47 $\pm$ 2.51d	12.95 $\pm$ 0.63f	16.38 $\pm$ 0.54e
蛹 期 Pupa	18.79 $\pm$ 0.79a	14.34 $\pm$ 0.38b	10.48 $\pm$ 0.46bc	9.94 $\pm$ 0.80c	8.33 $\pm$ 0.49d	7.08 $\pm$ 1.09d	8.39 $\pm$ 0.98d
产卵前期 Oviposition prophase	8.58 $\pm$ 0.59a	6.60 $\pm$ 0.46b	4.91 $\pm$ 0.24c	3.55 $\pm$ 0.57d	2.96 $\pm$ 0.58d	1.87 $\pm$ 0.49e	2.90 $\pm$ 0.19d
世代历期 Generation duration	93.91 $\pm$ 3.13a	63.25 $\pm$ 0.86b	53.14 $\pm$ 0.62c	46.92 $\pm$ 2.28d	39.58 $\pm$ 1.81e	26.86 $\pm$ 0.96g	33.77 $\pm$ 0.99f

注: 表中数字为 mean $\pm$ SE, 后面的英文字母为多重比较的检验结果, 同一行中凡小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著, 否则不显著。

The dates in the table are mean $\pm$ SE, the letters after them are the results of multi comparison. The different letters in the same row means significant difference at 0.05 level, the same letters means no difference.

表2 金银花尺蠖各虫态的发育起点温度 ($^{\circ}\text{C}$)和有效积温 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)Table 2 Developmental threshold temperature and effective accumulative temperature of *H. jinyinhuaphaga*

虫 态 Insect stage	C ($^{\circ}\text{C}$)	K ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)	回归方程 Recursive equation	r
卵 Egg	9.42	122.64	$T = 9.42 + 122.64V$	0.9293
幼虫 Larva	11.44	303.15	$T = 11.44 + 303.15V$	0.8934
蛹 Pupa	5.42	195.95	$T = 5.42 + 195.95V$	0.9234
产卵前期 Oviposition prophase	13.98	39.15	$T = 13.98 + 39.15V$	0.8597
全世代 All generation	9.74	673.03	$T = 9.74 + 673.03V$	0.9226

3 讨论

实验结果表明, 金银花尺蠖的生长发育受温度影响极为显著, 在 $16\sim 31^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内, 该虫的卵、幼虫和蛹的发育速率随温度的升高迅速加快, 超过 31°C 时, 各虫态的生长发育速度则开

始减慢, 说明低温和过高的温度都不利于金银花尺蠖的生长发育。这与许多其它昆虫的研究结果一致 (王云果等, 2008; 王淑贤等, 2009; 岳健等, 2009; 胡英华等, 2010)。

目前, 对昆虫发育起点温度和有效积温的研究已有较多的报道, 而对鳞翅目尺蛾科主要集中在国槐尺蠖、八角尺蠖、桑青尺蠖、桑尺蠖、茶尺蠖等几种昆虫 (殷坤山等, 1995; 郭慧玲和孙绪良, 2000; 余虹等, 2001; 杨振德等, 2009; 柳丽婷等, 2010)。研究结果表明不同种类昆虫、同一种昆虫不同虫态发育所需发育起点温度和有效积温都可以不相同。作者采用直线回归法对金银花尺蠖的发育起点温度和有效积温进行了研究, 根据有效积温法则的推算公式: 年发生世代数 = 某地区一年的有效总积温 / 某虫种完成一代所需的有效积温, 结合滁州市气象资料预测该虫在滁州市 1 年的理论代数为 3.07 代, 而据 2007—2009 年的实际调查发生 3 代 (向玉勇等, 2010), 二者基本吻合。

本研究结果对金银花尺蠖的预测预报具有重

要的参考作用,在实际生产中,可利用所得各虫态的发育起点温度和有效积温预测一定温度下金银花尺蠖各虫态的发育历期,进而进行发生期的短期预报,以指导适时防治,从而有效地治理该虫,促进当地金银花产业规范化生产。本试验是在室内恒温条件下测得金银花尺蠖的发育起点温度和有效积温,而昆虫的生长发育是受温度、湿度、光照和营养等多种因素的影响,所以恒温试验的结果与自然变温条件下的情况可能存在一定的差异,必需在现有研究的基础上,结合生产实际需要,进一步研究金银花尺蠖在自然环境下的发育情况。

参考文献(References)

- 郭慧玲,孙绪良,2000. 桑尺蠖的发育起点温度和有效积温. 昆虫知识,37(4):209—211.
- 胡英华,左秀峰,苏加岱,刘汉舒,2010. 灰飞虱发育起点温度及有效积温的研究. 山东农业科学,1:75—77.
- 姜敏,邵明果,赵伯林,2005. 金银花尺蠖的生物学特性及防治技术. 山东林业科技,1:62—63.
- 柳丽婷,苏宝玲,刘广纯,易正鑫,佟忠勇,石奇峰,2010. 国槐尺蠖发育起点温度与有效积温. 昆虫知识,47(1):126—128.
- 倪云霞,刘新涛,刘玉霞,刘红彦,2006. 金银花尺蠖的药剂防治. 河南农业科学,12:78—79.
- 王广军,张国彦,王江蓉,2005. 金银花尺蠖的发生规律与防治技术. 中国植保导刊,25(3):22—23.
- 王淑贤,李学军,苏晓丹,郑国,2009. 芜菁小蜂的发育起点温度和有效积温研究. 中国植保导刊,29(4):34—35.
- 王云果,李孟楼,高智辉,2008. 花斑皮蠹发育起点温度和有效积温研究. 西北农业学报,17(4):208—210.
- 吴佳教,梁帆,梁广勤,2003. 橘小实蝇发育速率与温度关系的研究. 植物检疫科学,13(5):17—18.
- 向玉勇,刘克忠,殷培峰,汪美英,师海荣,2010. 安徽金银花尺蠖的生物学特性. 滁州学院学报,12(5):43—45.
- 杨振德,李明,谭健晖,赵博光,常明山,马承彪,2009. 八角尺蠖发育起点温度与有效积温的研究. 中国植保导刊,29(8):32—33.
- 殷坤山,熊兴平,单夏锋,1995. 茶尺蠖发育起点温度和有效积温的研究. 植物保护,21(1):16—18.
- 余虹,周勤,陈卫国,2001. 桑青尺蠖发育起点温度和有效积温研究. 蚕业科学,27(4):310—312.
- 岳健,何嘉,张蓉,贺达汉,2009. 多异瓢虫的发育与温度的关系. 昆虫知识,46(4):605—609.
- 张文冉,高殿滑,刘爱华,2007. 金银花尺蠖的发生与气象条件的关系. 气象与环境科学,30(4):60—62.
- 张孝羲,2002. 昆虫生态及预测预报. 北京:中国农业出版社,218—219.
- 中华人民共和国卫生部药典委员会,1990. 中华人民共和国药典. 北京:人民卫生出版社,190.