

桉树枝瘿姬小蜂发育起点温度与有效积温的研究^{*}

吴耀军 常明山 李德伟 蒋学建

(广西壮族自治区林业科学研究院 国家林业局中南速生材繁育实验室 广西优良用材林资源培育重点实验室,
广西南宁 530002)

摘要 文章通过人工接种和连续跟踪调查,对桉树枝瘿姬小蜂的发育历期、发育起点温度和有效积温进行了研究。结果表明,在 20.5~28.6℃ 之间,随着温度的升高,发育历期缩短;桉树枝瘿姬小蜂的成虫、虫瘿和世代的发育起点温度分别为 10.79, 10.25, 10.21℃,有效积温分别为 53.42, 749.73, 811.75 d·℃。该虫在广西壮族自治区南宁市 2009 年发生代数的理论值为 5.23 代,与实际观察结果一致。

关键词 桉树枝瘿姬小蜂;发育历期;发育起点温度;有效积温

中图分类号:S763.7 文献标识码:A 文章编号:1006-4427(2013)06-0027-04

Threshold and Effective Accumulative Temperature for the Development of *Leptocybe invasa*

WU Yaojun CHANG Mingshan LI Dewei JIANG Xuejian

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Forestry Research Institute, Key Laboratory of Central South Fast-growing Timber Cultivation of Forestry Ministry of China, Guangxi Key Laboratory of Superior Timber Trees Resource Cultivation, Nanning, Guangxi 530002, China)

Abstract The developmental duration, developmental threshold and effective accumulative temperature of *Leptocybe invasae*, an important insect pest of eucalyptus, were studied in the laboratory by artificial inoculation and continuous investigation. The results showed that under three constant temperatures ranging from 20.5 to 28.6℃, the durations of various stages of *L. invasa* were shortened with an increase in temperature. The threshold temperatures of adult, gall and a generation were estimated to be 10.79, 10.25, 10.21℃, the effective accumulative temperatures were 53.42, 749.73, 811.75 d·℃. Based on the investigation, the occurrence theoretical value of *L. invasa* was 5.23 generations in 2009 in Nanning, it was constant with the actual observation.

Key words *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle; developmental duration; threshold temperature for development; effective accumulative temperature

桉树枝瘿姬小蜂(*Leptocybe invasa*)2008年在广西壮族自治区东兴市首次被发现,现已被广西等6个省(区)列为外来检疫性有害生物。该虫成虫产卵导致桉树(*Eucalyptus*)嫩芽、嫩枝以及叶柄等处形成大量虫瘿,严重影响桉树生长^[1]。虽然研究人员已对该虫的形态学^[1-2]、生物学^[1]、自然天敌^[3]、防治技术^[4]等方面进行了一定程度的研究,但对虫瘿的发育情况,尤其是该虫的发育温度和有效积温鲜有报道。国内仅赵丹阳等^[5]对桉树枝瘿姬小蜂成虫在不同食料下的发育历期进行了初步研究,但是由于未进行不同温度下的统计测试,因此未能对成虫的发育起点温度和有效积温进行阐述。该虫严重地阻碍了我国桉树产业的发展,为了

* 基金项目:林业公益性行业科研专项经费(201004003);广西壮族自治区林业科技项目(桂林科学[2009]3号);广西优良用材林资源培育重点实验室自主课题(12B0403)。

第一作者:吴耀军(1966-),男,研究员,主要从事森林保护技术研究,E-mail:wuyj114@163.com。

更好地掌握该虫的发生规律,为预测预报以及防治提供科学依据,本项目通过人工接种并跟踪调查,研究了桉树枝瘿姬小蜂在华南主要栽培的高度感虫的桉树无性系 DH201-2 上的发育起点温度和有效积温。

1 材料与方法

1.1 虫源和试验方法

试验地位于广西林业科学研究院天敌繁育中心。在 2009 年 2 月下旬桉树枝瘿姬小蜂羽化初期,从广西南宁市市郊受害的桉树无性系 DH201-2 植株上剪取有老熟虫瘿的枝条带回室内水培,将枝条底部剪平,扎紧,插入盛水的广口瓶,每瓶 15 枝,放入养虫笼,每笼放 2 瓶。每天观察成虫出孔数量,将当天羽化的成虫用小型昆虫释放管收集^[6],然后装入纱网袋内,并转移到隔离室,接种到 DH201-2 无性系上,分别标记接入的时间、头数。于 2009 年 3—11 月开展接种及继代接种试验。

隔离室的试验温度设 20.5、27.5、28.6 °C 共 3 个梯度处理,相对湿度为 90% 左右,光周期为光照时间:黑暗时间 = 12:12。每组重复 3 次,每个重复的虫瘿 30 个以上,每天 9:00 和 15:00 时观察成虫、虫瘿的发育情况,其中虫瘿发育期自成虫产卵开始至成虫羽化出孔为止,包括卵期、幼虫期和蛹期。

1.2 数据处理

发育起点温度和有效积温的计算采用传统的回归直线法^[7]。根据有效积温法则 $K = N(t - C)$,应用最小二乘法计算发育起点温度 C 、有效积温 K 和标准误 S_c 、 S_k 。统计分析采用 SPSS 14.0 统计分析软件。计算公式为:

$$V = 1/N \dots\dots\dots (1)$$

$$C = \frac{\sum V^2 \sum t - \sum V \sum Vt}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \frac{n \sum Vt - \sum V \sum t}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$t' = C + KV \dots\dots\dots (4)$$

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum (t - t')^2}{n - 2} \left[\frac{1}{n} + \frac{V^2}{\sum (V - \bar{V})^2} \right]} \dots\dots\dots (5)$$

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum (t - t')^2}{(n - 2) \sum (V - \bar{V})^2}} \dots\dots\dots (6)$$

式中, N 为发育历期, V 为发育速率, n 为样本数, t 为日均温平均值, t' 为理论温度值, \bar{V} 为发育速率平均值。

2 结果与分析

2.1 发育历期

根据观察、统计的结果分析,温度对桉树枝瘿姬小蜂的发育历期有一定的影响(表 1)。在 20.5 ~ 28.6 °C 范围内,各虫态的发育历期随温度的上升而明显缩短。用 Duncan 新复极差检验表明,成虫的发育历期在温度达到 27.5 °C 时显著缩短。由表 1 可以看出,在同一温度条件下,虫瘿的发育历期最长,虫瘿包括了卵、幼虫和蛹时期,占到 4 种虫态发育历期总和的 93.41%。

表 1 不同温度条件下桉树枝瘿姬小蜂各发育阶段的发育历期

d

温度/°C	成虫	虫瘿	世代
20.5	4.75 ± 0.29 a	71.58 ± 1.28 a	76.63 ± 1.25 a
27.5	3.77 ± 0.24 b	45.47 ± 0.51 b	49.68 ± 0.45 b
28.6	2.74 ± 0.27 c	39.67 ± 0.55 c	42.64 ± 0.54 c

注:表中数据为平均值 ± 标准误;同一温度下数据后相同字母表示 Duncan 新复极差检验不显著($\alpha = 0.05$)。

2.2 发育有效积温、发育起点温度与历期预测式

由表2可见,成虫和虫瘿的发育起点温度较为接近;成虫所需的有效积温最少,为 $53.42 \text{ d} \cdot ^\circ\text{C}$ 。世代的发育起点温度是 $10.21 \text{ }^\circ\text{C}$,需要的有效积温为 $811.75 \text{ d} \cdot ^\circ\text{C}$ 。各虫态历期预测式回归关系均达到了极显著水平。

表2 桉树枝瘿姬小蜂的发育起点温度、有效积温及其历期预测式

虫态	$C/^\circ\text{C}$	$K/(\text{d} \cdot ^\circ\text{C})$	S_c	S_k	历期预测式	F值
成虫	10.79	53.42	6.17	21.88	$N = \frac{53.42 \pm 21.89}{t - (10.79 \pm 6.17)}$	77.26**
虫瘿	10.25	749.73	1.74	83.35	$N = \frac{749.73 \pm 83.35}{t - (10.25 \pm 1.74)}$	337.35**
世代	10.21	811.75	2.16	111.75	$N = \frac{811.75 \pm 111.75}{t(10.21 \pm 2.16)}$	623.17**

注:表中“**”表示在 $\alpha=0.01$ 水平上差异显著。

根据南宁市2009年的气象资料可知:2009年南宁市年平均气温为 $22.17 \text{ }^\circ\text{C}$,高于桉树枝瘿姬小蜂发育起点温度($10.21 \text{ }^\circ\text{C}$)的持续日数为355 d,年有效积温为 $4\,247.11 \text{ d} \cdot ^\circ\text{C}$,因此桉树枝瘿姬小蜂年发生的理论代数为5.23代,这与2009年该虫生活史为5~6代,以第5代幼虫越冬为主的实际观察结果一致^[8]。

3 结论与讨论

桉树枝瘿姬小蜂的成虫、虫瘿、世代的发育起点温度分别为 $10.79, 10.25, 10.21 \text{ }^\circ\text{C}$,有效积温分别为 $53.42, 749.73, 811.75 \text{ d} \cdot ^\circ\text{C}$ 。

以色列、土耳其和伊朗均报道了以赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)为寄主的桉树枝瘿姬小蜂的生活史为年发生2~3代,活动历期为4—10月^[2,9-10]。罗基同等^[11]、朱方丽等^[12]报道了2010—2011年在广西博白和广东广州该虫的生活史为年发生4~5代,害虫活动历期为3月下旬—11月中旬;笔者在2008年11月—2009年12月在南宁观察,该虫活动期为2月下旬—11月下旬,生活史为年发生5~6代^[8]。因此,不同分布区和不同年份的气候差异是出现桉树枝瘿姬小蜂年生活史不同报道的主要原因。如2009年南宁年平均气温 $22.17 \text{ }^\circ\text{C}$,而常年平均温度为 $21.7 \text{ }^\circ\text{C}$,该虫的发育期和年有效积温均较常年增加,2009年发生的理论代数为5.23代,因此,一般情况下,该虫在南宁的年生活史应为年发生4~5代。

桉树枝瘿姬小蜂适生范围较广,至今已在热带地区海南省、亚热带地区广西、广东、福建等省区及暖温带的云南、四川、湖南等省区分布,最北已分布至江西赣州^[13];在不同寄主上表现出生物学特性的差异^[14],在不同分布区及不同寄主上的年生活史也会有差异,但差异值大小有待进一步研究。

参考文献

- [1] 吴耀军,蒋学建,李德伟,等. 我国发现1种重要的林业外来入侵害虫——桉树枝瘿姬小蜂(膜翅目:姬小蜂科)[J]. 林业科学,2009,45(7):161-163.
- [2] Mendel Z, Protasov A, Fisher N, et al. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus* [J]. Australian Journal of Entomology, 2004, 43: 101-113.
- [3] 梁一萍,郑礼飞,李奕震,等. 桉树枝瘿姬小蜂中国本地自然天敌调查与捕食性天敌的捕食观察[J]. 广东林业科技, 2010, 26(5): 1-5.
- [4] 林明生,徐家雄,赵丹阳,等. 虫线清乳油防治桉树枝瘿姬小蜂试验[J]. 广东林业科技, 2009, 25(1): 41-44.
- [5] 赵丹阳,徐家雄,邱焕秀,等. 不同食料对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫发育历期和怀卵量的影响[J]. 广东林业科技, 2009, 25(3): 16-19.
- [6] 广西壮族自治区林业科学研究院. 一种用于小型昆虫嗅觉仪的成虫释放管:中国, ZL 2012 2 0273028.9 [P]. 2012-12-26.
- [7] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [8] 吴耀军,李德伟,常明山,等. 桉树枝瘿姬小蜂生物学特性研究[J]. 中国森林病虫, 2010, 29(5): 1-4.

- [9] Aytar F. Natural history, distribution and hosts of Eucalyptus gall wasps in Turkey[EB/OL]. [2013-8-31]. http://www.oocities.org/fatihaytar/publ/2006/L_invasa_and_O_maskelli.pdf.
- [10] Hesami S, Alemansour H, Seyedebrahimi S. Report of *Leptocybe invasa* (Hym. : Eulophidae), gall wasp of *Eucalyptus camaldulensis* with notes on biology in Shiraz vicinity[J]. Journal of Entomological Society of Iran, 2005, 24(2):99-107.
- [11] 罗基同, 蒋金培, 王缉健, 等. 广西博白桉树枝瘿姬小蜂生物学特性研究[J]. 中国森林病虫, 2011(4):10-12.
- [12] 朱方丽, 邱宝利, 任顺祥. 桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表[J]. 生态学报, 2013, 33(1):97-102.
- [13] 江西省林业有害生物防治检疫局. 桉树枝瘿姬小蜂在江西省局部造成危害[EB/OL]. [2013-08-31]. <http://zhibao.yuanlin.com/NewsDetail.aspx?ID=5704>.
- [14] 蒋金培, 罗基同, 王缉健, 等. 桉树枝瘿姬小蜂成虫羽化量的研究[J]. 广西林业科学, 2011, 40(1):31-33.