

# 桉树枝瘿姬小蜂的耐寒性测定\*

韩鹏飞 吴建辉 邱宝利 任顺祥\*\*

(华南农业大学资源环境学院 生物防治教育部工程研究中心 广州 510642)

**摘要** 桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle 是一种新入侵的检疫性有害生物,为了明确其对极端低温的耐受性,以了解其适生范围,测定了桉树枝瘿姬小蜂幼虫、蛹、成虫及不同地区、不同寄主条件下雌雄成虫以及广东、广西、海南3省6地越冬幼虫12—3月的过冷却点和冰点。结果表明,不同虫态的过冷却点和冰点由低到高顺序为:蛹 < 幼虫 < 成虫。蛹的过冷却点和冰点分别为  $(-24.93 \pm 0.10)^\circ\text{C}$ 、 $(-22.81 \pm 0.14)^\circ\text{C}$ ,成虫的过冷却点和冰点为  $(-20.93 \pm 0.24)^\circ\text{C}$  和  $(-17.33 \pm 0.27)^\circ\text{C}$ 。随着纬度的升高,桉树枝瘿姬小蜂的过冷却点和冰点都呈现降低的趋势。海南地区不同寄主桉树枝瘿姬小蜂过冷却点从低到高的顺序排列为:湛-201 < 小叶桉 < 广林9号。在12—3月,桉树枝瘿姬小蜂的越冬幼虫过冷却点和冰点随着环境温度的升高而升高,以广东广州地区1月份的越冬幼虫过冷却点和冰点为最低,其数值分别为  $(-25.44 \pm 0.17)^\circ\text{C}$  和  $(-24.04 \pm 0.21)^\circ\text{C}$ ,个体过冷却点的最低值为  $-26.9^\circ\text{C}$ 。由实验结果可知,桉树枝瘿姬小蜂蛹和幼虫的耐寒力最强,以幼虫和蛹越冬。地区、寄主、温度对其耐寒力均有显著的影响,而且其有向现疫区以北的区域扩散的潜能。

**关键词** 桉树枝瘿姬小蜂, 地区, 寄主, 过冷却点, 冰点

## Extreme low temperature tolerance of *Leptocybe invasa*

HAN Peng-Fei WU Jian-Hui QIU Bao-Li REN Shun-Xiang\*\*

(College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Engineering Research Center of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

**Abstract** *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle is a new, quarantinable, invasive species. In order to clarify the extreme low temperature tolerance and potential range of this pest we measured the supercooling and freezing points of all life stages except the egg. Adult *L. invasa* live at different latitudes and have varied hosts. The larvae overwinter in three southern Chinese provinces from December to March. The relative supercooling and freezing points of three life stages was pupa < larvae < adult. The supercooling and freezing points of pupae were  $(-24.93 \pm 0.05)^\circ\text{C}$  and  $(-22.81 \pm 0.02)^\circ\text{C}$ , respectively, and the supercooling and freezing points of adults were  $(-20.93 \pm 0.27)^\circ\text{C}$  and  $(-17.33 \pm 0.17)^\circ\text{C}$ , respectively. Supercooling and freezing points decreased with increasing latitude. The relative supercooling and freezing points of *L. invasa* on different hosts in Hainan Province were Zhan-201 < *Eucalyptus exerta* < Guanglin nine. Supercooling and freezing points of *L. invasa* are rising with increasing environmental temperatures. The lowest supercooling and freezing points of overwintering larvae,  $(-25.44 \pm 0.17)^\circ\text{C}$  and  $(-24.04 \pm 0.21)^\circ\text{C}$ , were recorded in Guangzhou city in January when the temperature was the lowest in four months. The lowest recorded supercooling point of an individual was  $-26.9^\circ\text{C}$ . Our results reveal stronger cold hardiness in the pupa and egg stages than in larvae or adults. Latitude, host and temperature have an appreciable impact on cold hardiness. The results suggest that this pest has the potential of spreading further north.

**Key words** *Leptocybe invasa*, areas, hosts, supercooling point, freezing point

桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, 属膜翅目 Hymenoptera、姬小蜂科 Eulophidae, 是危害桉树的重要产瘿害虫。该虫自 2000 年首次在中东发现以来 (Alexey *et al.*, 2004;

\* 资助项目:广东省林业科技创新专项基金项目(2010KJCX015-01)。

\*\*通讯作者, E-mail: rensxcn@yahoo.com.cn

收稿日期:2011-09-05, 接受日期:2012-01-21

Fatih, 2006), 相继在非洲、亚洲、欧洲的一些地区爆发成灾。2004 年确定其为新种。我国于 2007 年在广西首次发现桉树枝瘿姬小蜂, 2008 年在海南地区大面积爆发(唐超等, 2008), 该虫危害严重、传播速度快, 为害严重时可导致整株桉树死亡(Eston *et al.*, 2007), 对林业生产造成了巨大的经济损失。目前主要分布在海南省、广东省、广西壮族自治区, 并且已列入上述 3 省林业检疫性有害生物(赵丹阳等, 2008)。桉树枝瘿姬小蜂在海南主要危害尾赤桉、巨尾桉广林 9 号及小叶桉, 但以尾赤桉(湛-201) 受害最为严重(唐超等, 2008)。此外还危害巨桉、柳桉、蓝桉、大叶桉、柠檬桉、大叶桉、果灰桉等桉树品种。华南地区适宜的气候成为该虫的适生区, 其一旦蔓延将对我国桉树产业的发展构成严重的威胁。测定昆虫的过冷却点和冰点是研究昆虫耐寒性的常用方法(秦玉川和杨建才, 2000), 因此本文通过对不同地区、不同寄主以及冬季桉树枝瘿姬小蜂过冷却点和冰点的测定, 为研究该虫的发生以及预测预报提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

2010 年 8 月在海南省东方市(N19°05'43"), 广东省湛江市(N21°16'14")、广州市(N23°07'44"), 采集带有虫瘿的桉树枝条, 将枝条装入扎有针孔的封口袋中, 然后放置在 26℃ 装有抽湿机的空调房中。采集枝条的桉树品种有: 海南(湛-201)、小叶桉、广林 9 号, 湛江(湛-201)、广州(湛-201)。收集刚羽化出来的成虫以及通过解剖虫瘿获得的幼虫和蛹供试。不同虫态试验虫源为: 广州(湛-201)。不同寄主试验虫源为: 海南(湛-201)、小叶桉、广林 9 号。不同地区试验虫源为: 海南(湛-201)、湛江(湛-201)、广州(湛-201)。冬季试验虫源为: 广西南宁(N22°48'25")、广西北海(N21°32'25")、广东广州(N23°07'44")、广东湛江(N21°16'14")、海南儋州(N19°31'16")、海南东方(N19°05'43") 共 6 个地区, 采集品种均为湛-201, 采集时间为: 2010 年 12 月 19 日、2011 年 1 月 18 日、2011 年 2 月 21 日、2011 年 3 月 20 日。

### 1.2 试验方法

设定 REVCO (美国) 超低温冰箱温度为  $-35^{\circ}\text{C}$ , 降温速率为  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。将四路过冷却点测定仪(江苏森意公司)与电脑连接并且测试正常后待用。

用解剖针蘸取一点液体胶水后粘住成虫体, 将虫体与胶水一起粘在探针的测温区域, 迅速将探针放入冰箱中(关鑫等, 2009)。刚解剖出来的幼虫与蛹体表有水分, 无需用胶水固定, 直接将其放在探头测温区域即可。观察监测软件读数的变化, 及时记录桉树枝瘿姬小蜂的过冷却点和冰点数值。由于卵很小, 仪器无法测量其温度变化, 故测定其幼虫、蛹和成虫, 每个虫态测定 30 头。

### 1.3 统计分析

使用 SAS 9.0 软件对试验数据进行分析, 多重比较采用 Duncan's 分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 桉树枝瘿姬小蜂不同虫态的耐寒性

桉树枝瘿姬小蜂不同虫态过冷却点和冰点测定及其方差分析如表 1 所示。不同虫态的过冷却点和冰点都存在着显著差异, 雌雄成虫的过冷却点差异不显著。其中, 蛹的过冷却点和冰点最低, 过冷却点的平均值为  $-24.93^{\circ}\text{C}$ , 最低值为  $-25.9^{\circ}\text{C}$ , 冰点的平均值为  $-22.81^{\circ}\text{C}$ , 最低  $-24.7^{\circ}\text{C}$ 。其次是幼虫, 过冷却点平均值为  $-23.68^{\circ}\text{C}$ , 最低值为  $-24.9^{\circ}\text{C}$ , 冰点平值为  $-21.53^{\circ}\text{C}$ , 最低值为  $-24^{\circ}\text{C}$ 。成虫的过冷却点和冰点最高。

### 2.2 不同地区桉树枝瘿姬小蜂成虫的耐寒性

桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的过冷却点和冰点随地区的变化如表 2 所示, 地区差异对该虫的过冷却点影响比较明显, 2010 年 8 月和 2011 年 4 月 2 个月中, 都是以海南东方桉树枝瘿姬小蜂过冷却点和冰点为最高, 8 月雌雄成虫的过冷却点分别为  $-15.47^{\circ}\text{C}$  和  $-15.69^{\circ}\text{C}$ , 4 月分别为  $-18.36^{\circ}\text{C}$  和  $-18.88^{\circ}\text{C}$ 。而以广东广州地区的过冷却点为最低, 8 月雌雄成虫的过冷却点分别为  $-20.68^{\circ}\text{C}$  和  $-21.17^{\circ}\text{C}$ , 4 月分别为  $-21.30^{\circ}\text{C}$  和  $-21.40^{\circ}\text{C}$ 。3 个不同地区小蜂的过冷却点与冰点差异显著。

表 1 桉树枝瘿姬小蜂不同虫态的过冷却点和冰点 (mean ± SE, 寄主为广州湛-201 品种)

Table 1 Supercooling points and freezing points of different stages of *Leptocybe invasa*

虫态 Stage	过冷却点 Supercooling point (°C)	冰点 Freezing point (°C)
幼虫 Larva	-23.68 ± 0.19b	-21.53 ± 0.22c
蛹 Pupa	-24.93 ± 0.10c	-22.81 ± 0.14d
雄成虫 Male adult	-21.06 ± 0.22a	-18.32 ± 0.15b
雌成虫 Female adult	-20.93 ± 0.24a	-17.33 ± 0.27a

注:同一列数据后标有不同字母者,表示在 0.05 水平上差异显著 (Duncan's 新复极差法),  $n = 30$ 。下表同。

Data followed by different letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test,  $n = 30$ . The same below.

### 2.3 寄主对桉树枝瘿姬小蜂成虫耐寒性的影响

不同寄主条件下桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫过冷却点和冰点的变化如表 3 所示,雌雄成虫在不同寄主间的过冷却点和冰点差异显著,雌雄成虫的过冷却点和冰点在湛-201 中均为最低,2010 年 8 月雌雄成虫的过冷却点分别为  $-15.57^{\circ}\text{C}$  和  $-15.85^{\circ}\text{C}$ ,2011 年 4 月过冷却点为  $-19.52^{\circ}\text{C}$  和  $-19.23^{\circ}\text{C}$ 。广林 9 中雌雄成虫的过冷却点和冰点为最高,2010 年 8 月雌雄成虫过冷却点分别为  $-11.51^{\circ}\text{C}$  和  $-11.25^{\circ}\text{C}$ ,2011 年 4 月桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的过冷却点为  $-15.90^{\circ}\text{C}$  和  $-16.80^{\circ}\text{C}$ 。

### 2.4 桉树枝瘿姬小蜂越冬幼虫的耐寒性

广东、广西、海南 3 省共 6 个地区桉树枝瘿姬小蜂的越冬幼虫(12—3 月)的过冷却点和冰点结果如表 4~6 所示,各地的月平均气温为:3 月 > 2 月 > 12 月 > 1 月(气象资料来源:www.weather.com.cn),广西南宁地区桉树枝瘿姬小蜂的越冬幼虫在 1 月份的耐寒性最强,过冷却点的平均值为  $-25.43^{\circ}\text{C}$ ,冰点平均值为  $-24.08^{\circ}\text{C}$ ,该虫在 3 月份的耐寒性最弱,过冷却点的平均值为  $-22.29^{\circ}\text{C}$ ,冰点平均值为  $-21.04^{\circ}\text{C}$ ,2 月份和 3 月份的过冷却点和冰点差异不显著,其余各月都有着显著的差异。广西北海地区桉树枝瘿姬小蜂的越冬幼虫也是在最冷的 1 月耐寒性最强,2 月耐寒性最弱,这两个月的过冷却点和冰点分别为:  $-24.62^{\circ}\text{C}$ 、 $-22.38^{\circ}\text{C}$  与  $-23.26^{\circ}\text{C}$ 、 $-20.76^{\circ}\text{C}$ ,并且除了 2 月与 3 月的过冷却点和 12 月与 1 月份冰点差异不显著外,各月的冰点与过冷却点差异都很显著。广东广州和湛江地区该虫的幼虫在冬季也是在最冷的 1 月份抗低温能力最强,在广州最低过冷却点和冰点的平均值分别为:  $-25.44^{\circ}\text{C}$  和

$-24.04^{\circ}\text{C}$ 。湛江最低过冷却点和冰点的平均值为:  $-24.69^{\circ}\text{C}$  和  $-23.35^{\circ}\text{C}$ 。而且除了 2 月与 3 月差异不显著外,广东地区各月之间过冷却点和冰点差异显著。同样在地处热带的海南省也不例外,儋州和东方两地的月均气温在 1 月份最低,桉树枝瘿姬小蜂幼虫的过冷却点在当时也是最低的,其中该虫在儋州的过冷却点最低值为  $-23.48^{\circ}\text{C}$ ,冰点最低值为  $-22.11^{\circ}\text{C}$ ,该虫在东方的过冷却点和冰点分别为  $-23.34^{\circ}\text{C}$  和  $-22.05^{\circ}\text{C}$ 。

## 3 讨论

昆虫能否成功越冬直接影响其来年的发生量,昆虫抗寒性研究不仅对于明确其生态机制及进化具有重要意义,而且对于准确进行害虫发生的预测预报和害虫的综合治理研究非常重要。过冷却点是昆虫抗寒性的一个重要指标(梅增霞和李建庆,2006)。在温带、寒带地区,冬季温度通常低于冰点,昆虫可以通过体液过冷却的方式,避免结冰造成伤害。扶桑棉粉蚧若虫的过冷却点约为  $-24^{\circ}\text{C}$ ,成虫约为  $-18^{\circ}\text{C}$ 。椰心叶甲卵的过冷却点约为  $-23^{\circ}\text{C}$ ,成虫约为  $-16^{\circ}\text{C}$ 。飞蝗卵的过冷却点约为  $-26^{\circ}\text{C}$ ,幼虫约为  $-30^{\circ}\text{C}$  左右,个别种可以达  $-60^{\circ}\text{C}$ 。鳞翅目昆虫蛹的平均过冷却点约为  $-30^{\circ}\text{C}$ ,成虫的过冷却能力差异较大,具有选择栖境习性的成虫,平均过冷却点常为  $-10 \sim -20^{\circ}\text{C}$ (陈豪等,2010)。较强的过冷却能力能使虫体在低温下处于过冷却状态而不结冰,从而获得耐寒性。本研究通过对桉树枝瘿姬小蜂各虫态(卵除外)以及不同寄主下、不同地区小蜂过冷却点和冰点的测定,得到了以下结论:桉树枝瘿姬小蜂蛹的耐低温能力最强,其次是幼虫,成虫耐低温能力最

表 2 不同地区桉树枝瘿姬小蜂成虫的过冷却点和冰点 (mean ± SE, 寄主为湛-201 品种)  
Table 2 Supercooling points and freezing points of male adult of *Leptocybe invasa* in different areas

地区 Area	过冷却点 Supercooling point (°C)				冰点 Freezing point (°C)			
	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04
	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale
海南东方 (N 19°05'43'")	-15.69 ± 0.27a	-15.47 ± 0.27a	-18.88 ± 0.35a	-18.36 ± 0.32a	-13.37 ± 0.37a	-12.34 ± 0.50a	-17.67 ± 0.34a	-17.01 ± 0.34a
广东湛江 (N 21°16'14'")	-19.45 ± 0.19b	-18.55 ± 0.25b	-20.13 ± 0.31b	-20.33 ± 0.22b	-17.88 ± 0.20b	-16.56 ± 0.19b	-18.82 ± 0.33b	-18.93 ± 0.21b
广东广州 (N 23°07'44'")	-21.17 ± 0.19c	-20.68 ± 0.23c	-21.40 ± 0.26c	-21.30 ± 0.28c	-19.21 ± 0.15c	-18.80 ± 0.29c	-20.03 ± 0.27c	-19.84 ± 0.30c

表 3 不同寄主上桉树枝瘿姬小蜂成虫的过冷却点和冰点 (mean ± SE, 寄主为湛-201 品种)  
Table 3 Supercooling points and freezing points of male adult of *Leptocybe invasa* in different hosts

品种 Species	过冷却点 Supercooling point(°C)				冰点 Freezing point (°C)			
	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04	2010.08	2011.04
	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale	雄虫 Male	雌虫 Fmale
广林 9	-12.25 ± 0.33a	-11.51 ± 0.32a	-16.80 ± 0.28a	-15.90 ± 0.26a	-10.53 ± 0.28a	-9.85 ± 0.23a	-15.42 ± 0.28a	-14.48 ± 0.27a
小叶桉	-14.93 ± 0.23b	-14.37 ± 0.27b	-18.23 ± 0.27b	-18.50 ± 0.23b	-12.08 ± 0.23b	-11.56 ± 0.28b	-16.92 ± 0.27b	-17.08 ± 0.22b
湛-201	-15.85 ± 0.28c	-15.57 ± 0.29c	-19.23 ± 0.25c	-19.52 ± 0.25c	-13.10 ± 0.38c	-12.59 ± 0.57c	-17.82 ± 0.26c	-18.05 ± 0.26c

表 4 广西越冬幼虫的过冷却点和冰点 (mean  $\pm$  SE, 寄主为湛-201 品种)  
**Table 4 Supercooling points and freezing points of larva of *Leptocybe invasa* in Nanning of Guangxi Province**

日期 Date	过冷却点 Supercooling point (°C)		冰点 Freezing point (°C)	
	广西南宁	广西北海	广西南宁	广西北海
2010. 12. 21	-24. 29 $\pm$ 0. 24b	-23. 84 $\pm$ 0. 20b	-23. 17 $\pm$ 0. 23b	-22. 74 $\pm$ 0. 19b
2011. 01. 20	-25. 43 $\pm$ 0. 18c	-24. 62 $\pm$ 0. 22c	-24. 08 $\pm$ 0. 16c	-23. 26 $\pm$ 0. 24b
2011. 02. 23	-22. 99 $\pm$ 0. 19a	-22. 38 $\pm$ 0. 24a	-21. 35 $\pm$ 0. 19a	-20. 76 $\pm$ 0. 24a
2011. 03. 22	-22. 29 $\pm$ 0. 18a	-22. 59 $\pm$ 0. 25a	-21. 04 $\pm$ 0. 17a	-21. 13 $\pm$ 0. 21a

表 5 广东越冬幼虫的过冷却点和冰点 (mean  $\pm$  SE, 寄主为湛-201 品种)  
**Table 5 Supercooling points and freezing points of larva of *Leptocybe invasa* in Guangzhou of Guangdong Province**

日期 Date	过冷却点 Supercooling point (°C)		冰点 Freezing point (°C)	
	广东广州	广东湛江	广东广州	广东湛江
2010. 12. 22	-24. 44 $\pm$ 0. 21b	-23. 13 $\pm$ 0. 26b	-23. 05 $\pm$ 0. 25b	-21. 85 $\pm$ 0. 24b
2011. 01. 21	-25. 44 $\pm$ 0. 17c	-24. 69 $\pm$ 0. 21c	-24. 04 $\pm$ 0. 21c	-23. 35 $\pm$ 0. 23c
2011. 02. 24	-23. 11 $\pm$ 0. 18a	-21. 86 $\pm$ 0. 23a	-21. 38 $\pm$ 0. 19a	-20. 40 $\pm$ 0. 25a
2011. 03. 23	-22. 70 $\pm$ 0. 17a	-22. 22 $\pm$ 0. 24a	-21. 54 $\pm$ 0. 18a	-20. 86 $\pm$ 0. 23a

表 6 海南越冬幼虫的过冷却点和冰点 (mean  $\pm$  SE, 寄主为湛-201 品种)  
**Table 6 Supercooling points and freezing points of larva of *Leptocybe invasa* in Danzhou of Hainan Province**

日期 Date	过冷却点 Supercooling point (°C)		冰点 Freezing point (°C)	
	海南儋州	海南东方	海南儋州	海南东方
2010. 12. 23	-22. 16 $\pm$ 0. 35b	-22. 17 $\pm$ 0. 24b	-20. 90 $\pm$ 0. 32b	-20. 63 $\pm$ 0. 67b
2011. 01. 22	-23. 48 $\pm$ 0. 23c	-23. 34 $\pm$ 0. 23c	-22. 11 $\pm$ 0. 26c	-22. 05 $\pm$ 0. 31c
2011. 02. 25	-20. 88 $\pm$ 0. 26a	-20. 85 $\pm$ 0. 29a	-19. 52 $\pm$ 0. 28a	-19. 62 $\pm$ 0. 29a
2011. 03. 24	-21. 35 $\pm$ 0. 22a	-21. 14 $\pm$ 0. 26a	-19. 96 $\pm$ 0. 23a	-19. 94 $\pm$ 0. 26a

弱。随着纬度的升高,桉树枝瘿姬小蜂雌雄成虫的过冷却点和冰点呈减低的趋势。在其主要危害的 3 种寄主中,耐寒性顺序为:湛-201 > 小叶桉 > 广林 9。桉树枝瘿姬小蜂的越冬幼虫抗寒能力同外界的温度变化相关,外界温度越低,广东、广西、海南 3 省的越冬幼虫抗低温能力越强,而且从实验结果可以看出在我国南方地区桉树枝瘿姬小蜂过冷却点的极限值为  $-26.9^{\circ}\text{C}$ ,广西南宁所处的纬度与广州相近,两地该虫的过冷却点差异不大,同样广西北海与广东湛江两地差异也不大,海南儋州与海南东方该虫的抗寒能力差别很小,此外

还可以看出随着纬度的增大,桉树枝瘿姬小蜂的抗冻能力增强,这与先前所做的纬度对该虫抗寒性的试验结果向吻合。由此可见其有向我国亚热带、温带地区扩散的潜能,而且能安全越冬。根据气象资料和实验结果,可以推出桉树枝瘿姬小蜂可在北纬  $40^{\circ}$  附近生存,有文献报道 (Brancoet *et al.*, 2006) 桉树枝瘿姬小蜂在葡萄牙和欧洲地区已广泛发生,我国首都北京和葡萄牙中部处于北纬  $40^{\circ}$  附近,随着全球性气候变暖,其适生区域还会向北发展。昆虫的过冷却点和冰点只是昆虫耐寒性的一个指标,其耐寒性还受到外界环境、低

温时间长短等因素的影响(景晓红和康乐,2004),所以桉树枝瘿姬小蜂的耐寒性还有待于进一步更深入的研究。

### 参考文献(References)

- Alexey P, John L. S, Nicole F, Zvi M, 2004. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. *Austral. J. Entomol.*, 43(2):101—113.
- Branco M, Franco JC, Valente MC, 2006. Survey of *Eucalyptus* gallwasps (Hymenoptera: Eulophidae) in Portugal. *J. Bol SanVeg Plagas.*, 32(2):199—202.
- Eston K, Philip N, Roger KD, 2007. Farmers' knowledge, perceptions and management of the gall-forming wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), on *Eucalyptus* species in Uganda. *Int. J. Pest Manag.*, 53(2):111—119.
- Fatih A, 2006. Natural history, distribution and hosts of *Eucalyptus* gall wasps in turkey. Poster prester presentation, VIIIth European Congress of Entomology. Izmir, Turkey. 17—22.
- 陈豪,梁革梅,邹朗云,郭芳,吴孔明,郭予元,2010. 昆虫抗寒性的研究进展. 植物保护, 36(2):18—24.
- 关鑫,陆永跃,曾玲,王琳,2009. 扶桑绵粉蚧的过冷却点和体液结冰点测定. 环境昆虫学报, 31(4):381—384.
- 景晓红,康乐,2004. 昆虫耐寒性的测定与评价方法. 昆虫知识,41(1):7—10.
- 秦玉川,杨建才,2000. 一种便携式测定昆虫过冷却点的方法. 昆虫知识,37(4):236—238.
- 唐超,王小君,万方浩,任顺祥,彭正强,2008. 桉树枝瘿姬小蜂入侵海南省. 昆虫知识,45(6):967—971.
- 赵丹阳,徐家雄,林明生,邱焕秀,钟填奎,陈沐荣,黄木养,陈瑞屏,2008. 桉树枝瘿姬小蜂危害后桉树损失量测定. 广东林业科技,24(6):58—60.
- 梅增霞,李建庆,2006. 昆虫抗寒性的生理机制及影响因素. 滨州学院学报,22(3):57—61.