

桉树枝瘿姬小蜂对不同桉树品系及颜色的选择

张华峰^{1,2}, 陈顺立¹, 康文通³, 汤行昊¹, 欧文胜¹, 方晓敏¹

(1. 福建农林大学 林学院, 福建 福州 350002; 2. 福建省森林病虫害防治检疫总站, 福建 福州 350003;
3. 厦门市森林病虫害防治检疫站, 福建 厦门 361003)

摘要: 在室内条件下, 研究桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* 雌成虫对不同桉树品种(系)气味及颜色的行为趋性, 并在室外条件下研究了该虫对各桉树品种(系)产卵选择情况。结果表明: ①桉树枝瘿姬小蜂对 13 个桉树品种(系)挥发性气味的趋性存在明显的差异, 其中对 10 个品种(系)有不同程度的正趋性, 尤其是对尾赤桉 *Eucalyptus urophylla* × *E. camaldulensis* DH201-2 的趋性最强, 而对韦赤桉 *E. wetarensis* × *E. camaldulensis* GL3 和大花序桉 *E. cloeziana* 则表现出负趋性或不选择性; ②不同色卡对桉树枝瘿姬小蜂的引诱效果差异明显, 其中纯白色(RAL9010)和信号黄(RAL1003)引诱效果较好, 选择系数分别为 0.29 和 0.28; ③不同桉树品种(系)上的桉树枝瘿姬小蜂产卵刻痕数明显不同, 每叶平均产卵刻痕数由大到小依次为尾赤桉 DH201-2, 巨桉 *E. grandis* QG3, 尾巨桉 *E. urophylla* × *E. grandis* DH32-29, 尾叶桉 *E. urophylla* U6, 巨尾桉 *E. grandis* × *E. urophylla* GL9, 尾巨桉 DH32-26, 邓恩桉 *E. dunnii*, 尾巨桉 DH32-28, 尾细桉 *E. urophylla* × *E. tereticornis* M1, 柳桉 *E. saligna*, 巨桉 JG1。其中尾赤桉 DH201-2 上的产卵刻痕数明显大于其他品种(系), 而韦赤桉 GL3 和大花序桉 2 个品种上没有发现产卵刻痕。图 1 表 2 参 18

关键词: 森林保护学; 桉树枝瘿姬小蜂; 寄主选择; 挥发性有机物; 颜色

中图分类号: S763.3

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2013)06-0904-06

Selection behavior of *Leptocybe invasa* with different *Eucalyptus* cultivars and colors

ZHANG Huafeng^{1,2}, CHEN Shunli¹, KANG Wentong³, TANG Xinghao¹, OU Wensheng¹, FANG Xiaomin¹

(1. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, Fujian, China; 2. General Station of Forest Diseases and Pests Control and Quarantine of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China; 3. Forest Disease and Pest Control and Quarantine Station of Xiamen, Xiamen 361003, Fujian, China)

Abstract: In order to assess the oviposition preference of *Leptocybe invasa* to *Eucalyptus* cultivars, the smell of 13 different cultivars and colors on host preference with *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle (*Eucalyptus* gall wasp) were studied in the laboratory, and the selection behavior for oviposition of this pest was studied in the field. Results revealed (1) strong differences in host preference of female adults presented in 13 different *Eucalyptus* cultivars. The *Eucalyptus* gall wasp preferred the smell from 10 *Eucalyptus* cultivars with *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus camaldulensis* clone DH201-2 the most preferred. However, the pest had negative taxis or no selection for *Eucalyptus wetarensis* × *E. camaldulensis* clone GL3 and *Eucalyptus cloeziana*. (2) Color tests using color cards showed obvious differences in pest-attraction with pure white (RAL9010) and signal yellow (RAL1003) having a strong attracting effect (selection coefficients, respectively, 0.29 and 0.28). (3) Oviposition scars per leaf with *E. urophylla* × *E. camaldulensis* clone DH201-2 were

收稿日期: 2012-12-01; 修回日期: 2013-03-04

基金项目: 福建省科学技术重点项目(2012N0008); 福建省林业厅科技资助项目(闽林科[2005])

作者简介: 张华峰, 博士研究生, 从事林业有害生物综合控制研究。E-mail: atugen@126.com。通信作者: 陈顺立, 教授, 博士生导师, 从事森林害虫综合控制及森林植物检疫研究。E-mail: csfjau@126.com

greater than all other cultivars and none were found on *E. wetarensis* × *E. camaldulensis* and *E. cloeziana*. It indicated that the smell and color of host *Eucalyptus* significantly affected *L. invasa* oviposition preference. [Ch, 1 fig. 2 tab. 18 ref.]

Key words: forest protection; *Leptocybe invasa*; host preference; volatile organic compounds; color

植食性昆虫对寄主植物和寄主植物上产卵部位的选择,对后代的发育具有重要的影响^[1]。昆虫选择寄主是一个复杂的过程,经常会受到寄主植物的形态特征、化学成分、颜色和各種环境因子等多种因素的影响,而昆虫的视觉和嗅觉等在寄主选择中起着重要的作用^[2-3]。昆虫利用寄主植物的挥发物作为嗅觉信号,并协同视觉信号共同作用,提高其远距离搜寻和定位寄主的效率^[4]。近年来,诸多学者利用昆虫这一特性开展害虫监测与防治。如 Smart 等^[5]和 Kostal 等^[6]综合利用颜色和化学诱饵作用,诱捕白菜籽龟象 *Ceuthorrhynchus assimillis* 和甘蓝种蝇 *Delia brassicae*,取得了较好的防效。桉树 *Eucalyptus* spp. 是世界3大速生树种之一,在中国南方地区广泛栽植。近年来,大面积桉树人工林遭受到桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* 的严重危害,给中国桉树产业的发展造成巨大损失。桉树枝瘿姬小蜂属膜翅目 Hymenoptera 姬小蜂科 Eulophidea,是危害桉属植物枝叶的重要危险性害虫,2007年在广西东兴首次发现,现传播扩散至中国广西、海南、广东、福建、台湾、四川、云南和江西等8省区^[7-10]。目前,对于该虫的研究主要集中在生物学、生态学及防治技术等方面^[11-14],而有关该虫寻找和选择寄主等生态学行为研究鲜有相关报道。本研究报道了桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对不同桉树品种(系)挥发性气味及颜色的行为趋性,及其产卵的寄主选择特点,以期为进一步探讨该虫与寄主植物的互作关系,及该虫无公害防治和种群动态监测提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试苗木与虫源

供试苗木有:尾巨桉 *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* DH32-29, 尾巨桉 *E. urophylla* × *E. grandis* DH32-28, 尾巨桉 *E. urophylla* × *E. grandis* DH32-26, 巨尾桉 *E. grandis* × *E. urophylla* GL9, 韦赤桉 *E. wetarensis* × *E. camaldulensis* GL3, 尾赤桉 *E. urophylla* × *E. camaldulensis* DH201-2, 尾细桉 *E. urophylla* × *E. tereticornis* M1, 巨桉 *E. grandis* QG3, 巨桉 *E. grandis* JG1, 邓恩桉 *E. dunnii*, 大花序桉 *E. cloeziana*, 尾叶桉 *E. urophylla* U6 和柳桉 *E. saligna* 等13个品种(系)。本试验在福建农林大学林业有害生物检验与控制中心苗圃温室内育苗,将供试苗木植入塑料盆(盆高20 cm,直径15 cm)中,基质为黄心土,每天定时浇水,施复合肥 50 g·周⁻¹,待到苗高约40 cm时供试。

供试虫源采集于中心苗圃。在2012年7-8月桉树枝瘿姬小蜂羽化期内,剪取受害严重的虫瘿放入养虫盒中,在人工气候箱(35℃,相对湿度80%,光18 h:暗6 h)内收蜂,用昆虫采集管收集当天羽化的雌成虫供试。

1.2 试验方法

1.2.1 气味选择测定 本试验使用的Y型气味选择性测定装置系统参照严善春等^[15]的方法自行设计改进。该系统基本流程和组成为:空气→硅胶瓶→活性炭瓶→蒸馏水瓶→气体采集袋→Y型管→TY-08A大气采样仪等装置构成,各部件间用无味硅胶管相连。其中,Y型管由透明玻璃管制成,两臂管和中管长20 cm,直径3 cm,两臂管夹角75°。在嗅觉仪两臂正上方放置1盏30 W白炽灯,使嗅觉仪两臂光线均匀。在室温(24±1)℃,相对湿度(80±10)%的条件下,大气采样仪以气流量100 mL·s⁻¹的流量抽气,外界空气经无水硅胶和活性炭吸附净化后,经蒸馏水加湿,进入气体采集袋,随后通过Y型管的臂管进入中管(管内有供试小蜂),最后经过大气采集仪排出。选取长势一致的桉树苗木置于气体采集袋中,用密封夹和胶带密封,作为引诱味源;另一采集袋不放置苗木,作为空白对照。测试前接通大气采样仪电源,通气10 min,使气味充满管道,保证测试结果。用昆虫采集管收集当天羽化的桉树枝瘿姬小蜂雌成虫,并在黑暗环境中饥饿4 h备用。测定时每次放入15头小蜂于Y型嗅觉仪中管里,观察和统计3 min内的小蜂行为反应和停留管臂中的数量。当雌成虫越过管臂1/3处,则算在这个气味区域中停留。小蜂只测试1次·批⁻¹。每次测试后,用体积分数为95%乙醇擦洗管壁,用吹风机烘干后,对调两臂位

置,以消除误差。实验重复 5 次。

1.2.2 颜色选择测定 采用德国 RAL-K5 国际标准色卡(单张色卡大小为 5 cm × 15 cm,深圳市拓朴贸易有限公司生产)进行颜色选择测定。颜色选择装置为自制圆柱形生测容器,高度 20 cm,直径 30 cm,能够自由透气透光。试验前用色卡比对、筛选出小蜂雌成虫活动季节里,与桉树苗木颜色相对应的色卡。试验时将预先选好的各色卡,用双面胶均匀等距地粘贴在圆柱形容器内壁四周,以信号黑(RAL9004)色卡作为对照。在容器中央位置放入一个上下端敞口的圆筒,向筒中放入小蜂雌成虫 30 头·次⁻¹,观察和统计 5 min 内的小蜂行为反应和停留色卡上的数量。小蜂只测试 1 次·批⁻¹。每次测试后,用体积分数为 95%乙醇擦洗容器壁,用吹风机烘干备测。实验重复 5 次。

1.2.3 产卵选择观察 将已感虫的苗木(虫源株,巨桉 QG3,已有大量桉树枝瘿姬小蜂雌成虫羽化飞)30 盆,排成 2 排,15 盆·排⁻¹。将未感虫的苗木,3 盆·品种(系)⁻¹,间隔摆放在虫源株两侧。让小蜂雌成虫在自然的状态下选择产卵寄主植物。7 d 后在每株苗木顶梢的东、南、西、北 4 个方向,各随机采取 3 片已完全展开的嫩叶,12 片·株⁻¹,共 36 片·处理⁻¹,统计各叶片叶柄和叶脉上的产卵刻痕数,了解小蜂对不同桉树品种(系)的产卵选择。

1.3 数据处理与分析

用 Excel 和 DPS v7.05 软件对数据进行统计,并采用 Duncan's 新复极差法进行显著性检验和多重比较分析。本试验中用引诱率、反应率、相对引诱率和选择系数等指标进行桉树枝瘿姬小蜂对桉树气味和颜色的选择性分析。

$$\text{引诱率} = \frac{\text{各臂管内(或色卡上)小蜂数量}}{\text{总测试小蜂数量}} \times 100\%;$$

$$\text{反应率} = \frac{\text{Y 型两臂管内小蜂数量之和}}{\text{总测试小蜂数量}} \times 100\%;$$

$$\text{相对引诱率} = \frac{\text{处理臂内(或色卡上)小蜂数量} - \text{对照臂管内(或色卡上)小蜂数量}}{\text{总的测试小蜂数量}} \times 100\%;$$

$$\text{选择系数} = \frac{\text{处理臂管内(或色卡上)小蜂数} - \text{对照臂管内(或色卡上)小蜂数}}{\text{总的反应小蜂数量}}。$$

选择系数 > 0,表示桉树枝瘿姬小蜂对相应桉树寄主的气味有正趋性,数值越大,表示趋向性越强,最大值为 1;选择系数 < 0,则表示桉树枝瘿姬小蜂对相应桉树寄主的气味有负趋性。

2 结果与分析

2.1 桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对不同桉树品种(系)寄主气味的选择测定

桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对寄主气味的选择见表 1。结果表明:小蜂雌成虫对不同桉树品种(系)气味的趋性不一致。与对照臂(空气)的虫数相比较,小蜂对尾巨桉 DH32-28,尾赤桉 DH201-2,巨桉 QG3,尾叶桉 U6,邓恩桉,柳桉等 6 种桉树品种(系)有较明显的趋性($P < 0.05$);从选择系数上看,除了对韦赤桉 GL3 有负趋性(选择系数 = -0.02 < 0)和大花序桉(选择系数 = 0)不选择外,其余的桉树品种(系)都为正趋性,选择性大小依次为尾赤桉 DH201-2,尾巨桉 DH32-28,巨桉 QG3,尾叶桉 U6,邓恩桉,尾细桉 M1,尾巨桉 DH32-29,柳桉,尾巨桉 DH32-26,巨尾桉 GL9 和巨桉 JG1。

2.2 桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对颜色的趋性比较

用自制生测容器和 RAL-K5 色卡,比较不同颜色对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的引诱效果(表 2)。结果表明:不同色卡对小蜂雌成虫的引诱效果明显不同。纯白色(RAL9010)和信号黄(RAL1003)引诱效果较好,选择系数分别为 0.29 和 0.28,其他色卡诱虫效果不明显。对不同色卡诱虫数量进行 Duncan's 多重比较。结果表明:纯白色(RAL9010)和信号黄(RAL1003)之间诱虫数无差异($P = 0.637 > 0.05$),但这 2 种色卡与其他色卡相比诱虫数有显著差异($P = 0.000 < 0.01$),而纯红色(RAL3028),纯绿色(RAL6032),信号紫(RAL4008),信号蓝(RAL5005),纯橙色(RAL2004)和信号黑(RAL9004)之间诱虫数无明显差异($P > 0.05$)。

2.3 桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对寄主的产卵选择

对不同桉树品种(系)嫩叶上的桉树枝瘿姬小蜂产卵刻痕数进行统计分析(图 1)。结果表明:不同桉

表 1 桉树枝瘿姬小蜂成虫对不同桉树寄主气味的选择
Table 1 Selection on the smell of different *Eucalyptus* hosts by *Leptocybe invasa* adults

品种(系)	供试虫数/头	诱虫数/头	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	引诱率/%	反应率/%	相对引诱率/%	选择系数
尾巨桉 DH32-29	15	4.80 ± 2.95	1.36	0.277	32.00	53.33	10.67	0.20
对照		3.20 ± 0.84			21.33			
尾巨桉 DH32-28	15	5.40 ± 1.52	12.50	0.008	36.00	52.00	20.00	0.38
对照		2.40 ± 1.14			16.00			
尾巨桉 DH32-26	15	5.60 ± 1.14	3.27	0.108	37.33	65.33	9.33	0.14
对照		4.20 ± 1.30			28.00			
巨尾桉 GL9	15	4.40 ± 1.14	1.23	0.300	29.33	53.33	5.33	0.10
对照		3.60 ± 1.14			24.00			
韦赤桉 GL3	15	5.00 ± 2.74	0.02	0.889	33.33	68.00	-1.33	-0.02
对照		5.20 ± 1.48			34.67			
尾赤桉 DH201-2	15	9.00 ± 1.12	76.46	0.000	60.00	81.33	38.67	0.48
对照		3.20 ± 0.84			21.33			
尾细桉 M1	15	4.00 ± 1.87	2.04	0.191	26.67	44.00	9.33	0.21
对照		2.60 ± 1.14			17.33			
巨桉 QG3	15	6.60 ± 1.34	19.69	0.002	44.00	66.67	21.33	0.32
对照		3.40 ± 0.89			22.67			
巨桉 JG1	15	4.00 ± 1.14	0.04	0.849	26.67	52.00	1.33	0.03
对照		3.80 ± 1.79			25.33			
邓恩桉	15	6.40 ± 1.67	10.89	0.011	42.67	66.67	18.67	0.28
对照		3.60 ± 0.89			24.00			
大花序桉	15	3.60 ± 0.89	0.00	1.000	24.00	48.00	0.00	0.00
对照		3.60 ± 0.82			24.00			
尾叶桉 U6	15	5.80 ± 0.84	17.79	0.003	38.67	60.00	17.33	0.29
对照		3.20 ± 1.10			21.33			
柳桉	15	5.60 ± 0.55	7.11	0.029	37.33	64.00	10.67	0.17
对照		4.00 ± 1.22			26.67			

说明：表中数据为平均值±标准差。

表 2 不同色卡对桉树枝瘿姬小蜂成虫的引诱效果
Table 2 Attracting effect of different color cards against *Leptocybe invasa* adults

颜色编号	色名	诱虫数/头	供试虫数/头	引诱率/%	相对引诱率/%	选择系数
RAL9010	纯白色	7.60 ± 2.41 A	30	25.3	22.00	0.29
RAL3028	纯红色	1.60 ± 1.14 B	30	5.3	2.00	0.03
RAL2004	纯橙色	1.00 ± 1.22 B	30	3.3	0.00	0.00
RAL1003	信号黄	7.20 ± 1.48 A	30	24.0	20.67	0.28
RAL6032	纯绿色	1.40 ± 1.14 B	30	4.7	1.33	0.02
RAL5005	信号蓝	1.20 ± 0.84 B	30	4.0	0.67	0.01
RAL4008	信号紫	1.40 ± 1.55 B	30	4.7	1.33	0.02
RAL9004	信号黑(对照)	1.00 ± 1.00 B	30	3.3		

说明：同列数据后不同的大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

树品种(系)上的小蜂产卵刻痕数明显不同。每叶平均产卵刻痕数由大到小依次为尾赤桉 DH201-2(17.3)，巨桉 QG3(10.6)，尾巨桉 DH32-29(10.5)，尾叶桉 U6(9.9)，巨尾桉 GL9(8.5)，尾巨桉 DH32-26(8.2)，邓恩桉(7.8)，尾巨桉 DH32-28(7.6)，尾细桉 M1(5.4)，柳桉(4.7)，巨桉 JG1(1.8)。其中尾赤桉 DH201-2 上的产卵刻痕数明显大于其他品种(系)，而韦赤桉 GL3 和大花序桉 2 个品种上没有发现产卵刻痕。

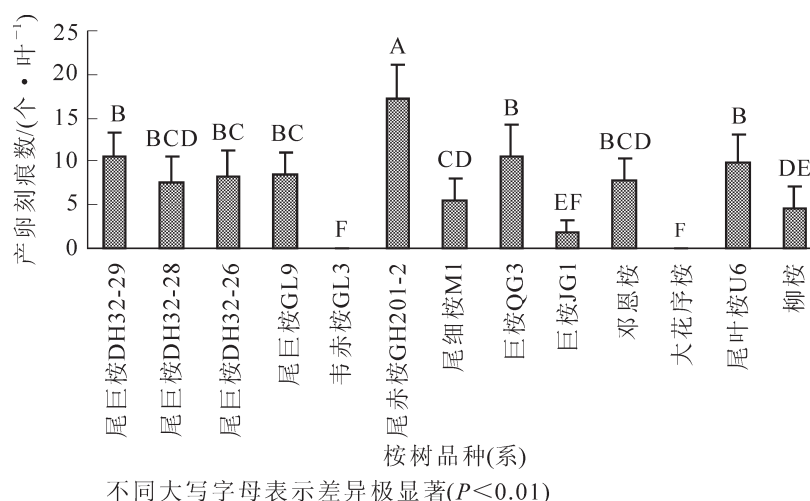


图 1 不同桉数品种(系)上桉数枝瘿姬小蜂产卵刻痕情况

Figure 1 Number of oviposition scars of *Leptoccebe invasa* on different *Eucalyptus* cultivars

3 小结与讨论

曹凤勤等^[16]的研究表明,昆虫的寄主选择行为是一连锁过程,一般要经过生境定向、寄主定向、寄主选择和寄主适应等几个步骤。其中在生境定向和寄主定向中,植物的挥发性物质起到主导作用。而昆虫对寄主植物的搜寻主要是通过嗅觉和视觉来完成的^[17]。寄主桉树挥发性物质和表面颜色对桉树枝瘿姬小蜂产卵选择有着重要影响。试验结果表明:桉树枝瘿姬小蜂雌成虫对不同桉树品种(系)之间的气味趋性,存在明显的差异,且与实际中桉树枝瘿姬小蜂在不同寄主植物之间的产卵选择行为反应表现基本一致,即对尾赤桉 DH201-2 有较强的趋性,对韦赤桉 GL3 和大花序桉有负趋性或不选择性,说明桉树枝瘿姬小蜂在寄主定向和选择时,寄主桉树挥发性物质可能起到了重要的作用,但何种化学气味决定其行为值得未来进一步研究。同时,在生产实践中能否选择尾赤桉 DH201-2 作为诱树,诱杀桉树枝瘿姬小蜂,也是值得进一步研究的方面。

昆虫对颜色趋性不同的原因是敏感波谱的范围和趋光反应峰不同^[18]。试验发现:桉树枝瘿姬小蜂主要聚集在当年生的嫩枝、嫩叶的叶脉、叶柄上产卵,可推测桉树嫩叶、嫩枝的反射光或幼嫩组织表面物理特性也是桉树枝瘿姬小蜂产生趋向反应的原因之一。试验结果表明:纯白色(RAL9010)和信号黄(RAL1003)的色卡对桉树枝瘿姬小蜂雌成虫具有较好的引诱效果,说明白色具较强的光反射,而黄色与桉树幼嫩组织颜色基本一致,符合小蜂成虫具较强的趋光性和趋嫩性的实际。研究结果与陈尚文等^[14]研究认为黄色对小蜂的引诱效果最好的结论有差异,白色能否有效引诱小蜂还需要林间试验来检验。

参考文献:

- [1] 裴元慧,孔锋,韩国华,等.昆虫取食行为研究进展[J].山东林业科技,2007(6):97-101.
PEI Yuanhui, KONG Feng, HAN Guohua, et al. The reserch of development on the feeding behavior of insects [J]. *J Shandong For Sci Technol*, 2007(6): 97-101.
- [2] 钦俊德.昆虫与植物关系的研究进展和前景[J].动物学报,1995,41(1):12-19.
QIN Junde. Studies on insect-plant relationships: recent trends and prospect [J]. *Acta Zool Sin*, 1995, 41(1): 12-19.
- [3] 王红,杨益众,王冬生,等.烟粉虱若虫在甘蓝和花椰菜莲座期不同叶位层上的分布[J].昆虫知识,2007,44(5):719-721.
WANG Hong, YANG Yizhong, WANG Dongsheng, et al. Distribution of the nymphae of *Bemisia tabaci* on the leaves of cabbage and broccoli in rosette [J]. *Ent Know*, 2007, 44(5): 719-721.
- [4] KENNEDY J S. Host-plant finding by flying aphids [J]. *Symp Bio Hung*, 1976, 16: 121-123.
- [5] SMART L E, BLIGHT M M. Field discrimination of oilseed rape, *Brassica napus* volatiles by cabbage seed weevil, *Ceuthorrhynchus assimilis* [J]. *J Chem Ecol*, 1997, 23(4): 889-902.

- [6] KOSTAL V. Physical and chemical factors influencing landing and oviposition by the cabbage root fly on host plant models [J]. *Ent Exp Appl*, 1993, **66**(2): 109 – 118.
- [7] 朱方丽, 韩鹏飞, 任顺祥, 等. 寄主植物对桉树枝瘿姬小蜂生物学特性的影响[J]. 应用昆虫学报, 2011, **48**(5): 1451 – 1457.
- ZHU Fangli, HAN Pengfei, REN Shunxiang, *et al.* Effect of host plants on adult biology of *Leptocybe invasa* [J]. *Chin J Appl Ent*, 2011, **48**(5): 1451 – 1457.
- [8] 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.
- WU Yaojun, JIANG Xuejian, LI Dewei, *et al.* *Leptocybe invasa*, a new invasive forest pest making galls on twigs and leaves of *Eucalyptus* trees in China (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. *Sci Silv Sin*, 2009, **45**(7): 161 – 163.
- [9] 赵丹阳, 徐家雄, 林明生, 等. 外来入侵害虫桉树枝瘿姬小蜂在中国的风险性分析[J]. 广东林业科技, 2009, **25**(1): 37 – 40.
- ZHAO Danyang, XU Jiaxiong, LIN Mingsheng, *et al.* Risk analysis of alien invasive insect pest, *Leptocybe invasa*, in China [J]. *J Guangdong For Sci Technol*, 2009, **25**(1): 37 – 40.
- [10] 董景生, 方强恩. 台湾新发现的入侵种: 桉树枝瘿姬小蜂[J]. 台湾昆虫, 2010, **30**(3): 241 – 245.
- TUNG G S, LaSALLE J. Pest alert: a newly discovered invasion of gall-forming wasps, *Leptocybe invasa* (Fisher & La Salle), on *Eucalyptus* trees in Taiwan [J]. *Taiwang Ins*, **30**(3): 241 – 245.
- [11] 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]. *Aust J Entomol*, 2004, **43**(28): 101 – 113.
- [12] 钱军, 梁居智, 蔡兴新, 等. 海南省桉树枝瘿姬小蜂危害现状及桉树抗品系调查[J]. 热带林业, 2010, **38**(1): 49 – 51.
- QIAN Jun, LIANG Juzhi, CAI Xingxin, *et al.* Investigate of *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle damage status and *Eucalyptus* resistant stain in Hainan [J]. *Trop For*, 2010, **38**(1): 49 – 51.
- [13] 张华峰, 康文通, 陈顺立, 等. 不同桉树品系与桉树枝瘿姬小蜂危害关系的研究[J]. 福建林学院学报, 2012, **32**(4): 345 – 349.
- ZHANG Huafeng, KANG Wentong, CHEN Shunli, *et al.* Study on the relationship between *Eucalyptus* clones and the damage degrees caused by *Leptocybe invasa* Fisher et La Salle [J]. *J Fujian Coll For*, 2012, **32**(4): 345 – 349.
- [14] 陈尚文, 罗基同, 杨秀好, 等. 黄色粘板对桉树枝瘿姬小蜂成虫的引诱及在监测中的应用[J]. 广西林业科学, 2009, **38**(4): 199 – 120.
- CHEN Shangwen, LUO Jitong, YANG Xiuhao, *et al.* Yellow sticky board luring adults of *Eucalyptus* gall wasp (*Leptocybe invasa* Fisher et La Salle) and the application in monitoring [J]. *J Guangxi For Sci*, 2009, **38**(4): 199 – 120.
- [15] 严善春, 程红, 杨慧, 等. 青杨脊虎天牛对植物源挥发物的 EAG 和行为反应[J]. 昆虫学报, 2006, **49**(5): 759 – 767.
- YAN Shanchun, CHENG Hong, YANG Hui, *et al.* Effects of plant volatiles on the EAG response and behavior of the grey tiger longicorn, *Xylotrechus rusticus* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Acta Ent Sin*, 2006, **49**(5): 759 – 767.
- [16] 曹凤勤, 刘万学, 万方浩, 等. 寄主挥发物、叶色在 B 型烟粉虱寄主选择中的作用[J]. 昆虫知识, 2008, **45**(3): 431 – 436.
- CAO Fengqin, LIU Wanxue, WAN Fanghao, *et al.* Behavior selection of *Bemisia tabaci* B-biotype to different host plants and colors [J]. *Ent Know*, 2008, **45**(3): 431 – 436.
- [17] 丁岩钦, 高慰曾, 李典谟. 夜蛾趋光特性的研究: 棉铃虫和烟青虫成虫对单色光的反应[J]. 昆虫学报, 1974, **17**(3): 307 – 317.
- DING Yanqin, GAO Weizeng, LI Dianmo. Study on the phototactic behaviour of nocturnal moths the response of *Hilionthis armigera* (Hubner) and *Heliothis assulta* Guenee to different monochromatic light [J]. *Acta Ent Sin*, 1974, **17**(3): 307 – 317.
- [18] 侯无危, 马幼飞, 高慰曾, 等. 桃小食心虫蛾的趋光性[J]. 昆虫学报, 1994, **37**(2): 165 – 170.
- HOU Wuwei, MA Youfei, GAO Weizeng, *et al.* A study on the phototaxis of the peach fruit moth [J]. *Acta Ent Sin*, 1994, **37**(2): 165 – 170.