

## 二突异翅长蠹的生物学特性及熏蒸技术研究

何玉杰<sup>1</sup>, 陈青林<sup>1</sup>, 林华峰<sup>1</sup>, 李茂业<sup>1</sup>, 张玉美<sup>2</sup>, 李世广<sup>1\*</sup>

(1. 安徽农业大学植物保护学院, 合肥 230036; 2. 安徽省六安市植检植保站, 六安 237001)

**摘要:** 近年来二突异翅长蠹对安徽省储藏期柳编原材料——杞柳枝条的危害日趋严重。为了有效防控该虫, 对其生物学特性和熏蒸技术进行研究。实验室饲养观测与仓库调查结果表明, 该虫在安徽省1年发生2代, 以老熟幼虫在被害柳条内部越冬。翌年3月下旬越冬幼虫开始活动为害, 4月下旬开始化蛹, 5月中旬成虫大量出现, 并于5月下旬产卵。第1代幼虫于6月上旬孵化, 8月上旬幼虫开始化蛹, 8月中旬羽化为成虫, 8月下旬成虫开始产卵, 9月上旬第2代幼虫孵化, 并继续为害柳条, 一直持续到11月新柳条收获后。用56%磷化铝片剂和80%敌畏乳油在密封袋中进行熏蒸试验。结果表明, 磷化铝的熏杀效果更好, 12 g·m<sup>-3</sup>剂量熏蒸72 h后各虫态的死亡率可达到100%, 以幼虫对磷化氢最敏感。因此, 熏蒸防治要抓住越冬代幼虫活动期, 即在每年的3月底至4月初, 用56%磷化铝片剂12 g·m<sup>-3</sup>熏蒸72 h以上为宜。

**关键词:** 二突异翅长蠹; 生活史; 生活习性; 磷化铝; 熏蒸技术

中图分类号: S435.64

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2013)02-0273-05

### Biological characteristics and fumigation technology for *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne

HE Yu-jie<sup>1</sup>, CHEN Qing-lin<sup>1</sup>, LIN Hua-feng<sup>1</sup>, LI Mao-ye<sup>1</sup>, ZHANG Yu-mei<sup>2</sup>, LI Shi-guang<sup>1</sup>

(1. School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Plant Quarantine and Protection Station of Lu'an City, Lu'an 237001)

**Abstract:** *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne causes more and more serious damage on the wicker in warehouse in Anhui province in recent years. In order to control it efficiently, we studied its biological characteristics and fumigation technology. The results of feeding in the laboratory and survey in the warehouse were as follows. It has 2 generations a year in Anhui province and overwinter as matured larvae in the injured wickers. The overwintering larvae begin to harm in late March and pupate in late April. A large number of the adults emerge in the middle of May. The adults start to spawn in late May. The larvae of the first generation hatch in early June. The larvae start to pupate in early August. In the middle of August, the first generation adults emerge. About ten days later, the adults start to spawn. In early September, the second generation larvae hatch. And until November, when the new wickers are harvested, the matured larvae would move into the new wickers and overwinter. The fumigation tests were carried out with aluminium phosphide 56% tablet and dichlorvos 80% emulsion in hermetic bags, and the results showed that the mortality in different stages could achieve 100% at 72 h after fumigation with aluminum phosphide 56% tablet at the dose of 12 g·m<sup>-3</sup>, and the larvae are more sensitive to phosphine than any other stages. Therefore, fumigation control must focus on the stage of recovery of overwintering generation larvae, which is in late March and early April every year, with aluminium phosphide 56% tablet at 12 g·m<sup>-3</sup> above 72 h.

**Key words:** *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne; life history; habits; phosphide aluminium; fumigation technology

杞柳是杨柳科柳属的一种多年生落叶灌木。它在护坡固堤、防止水土流失上发挥着重要作用; 同

时, 又是柳编工业的重要原材料。近年来, 安徽的柳编工艺品畅销海内外, 仅阜南县年均出口创汇就

收稿日期: 2012-09-29

基金项目: 国家科技支撑计划子专题 (2009BADA6B05-1)和安徽省科技攻关项目 (08010302208)共同资助。

作者简介: 何玉杰, 男, 硕士研究生。E-mail: heyujie-1986@163.com

\* 通信作者: 李世广, 男, 副教授。E-mail: lsg815@163.com

达1亿多元人民币,杞柳编织业已成为六安、阜阳等地沿淮蓄洪区农民脱贫致富的支柱产业。

二突异翅长蠹 *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne 隶属鞘翅目,长蠹科,异翅长蠹属。该虫原产国外,主要分布于菲律宾、日本、印度、马达加斯加等地<sup>[1]</sup>。1994年,广东省东莞市从菲律宾进口作来料加工圣诞树用的树枝中截获了二突异翅长蠹<sup>[2]</sup>。目前,国内主要分布于浙江、江西、福建、台湾、广东、广西、云南、四川、湖北、辽宁、河南、山东等地,主要危害树木、木材、竹材及其制品、果树<sup>[3-5]</sup>。2003年法国首次从进口的家具中发现该虫<sup>[6]</sup>。2007年德国在进口的木质包装材料中也发现了包括该虫在内的数种木材蛀虫性害虫<sup>[7]</sup>。2010年,该虫传入了美国的佛罗里达州<sup>[8]</sup>。近年来,随着国际贸易的日趋频繁,该虫在安徽省阜阳、六安等地的柳编原材料仓库内大量发生,对当地柳编业的安全生产构成了严重威胁。

熏蒸处理是防治仓库害虫的有效措施之一。溴甲烷曾经是使用最为广泛的一种熏蒸剂,但由于它消耗臭氧层,1997年第9次《蒙特利尔议定书》缔约国会议对其淘汰进程作出了明确规定:发达国家2005年,发展中国家2015年淘汰<sup>[9]</sup>。磷化氢作为使用最广泛的熏蒸剂之一,应用于仓储害虫的检疫处理已有数十年的历史<sup>[10]</sup>,而其熏蒸效果与浓度、时间、熏蒸对象的虫态等均有密切的关系<sup>[11-13]</sup>。因此,对不同虫态害虫进行熏蒸试验,可以发现最敏感虫态,从而选择最适熏蒸时期。

目前,国内外对于二突异翅长蠹的研究仅限于一些检疫发现报道。作者于2009~2011年进行了仓库调查和实验室内饲养观察,初步摸清了该虫的生物学特性,并就2种常用熏蒸剂磷化铝和敌敌畏对二突异翅长蠹的熏蒸效果进行了研究,可为该虫的防控提供技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 形态特征观察及生物学特性研究

**1.1.1 供试虫源** 于2009年6月,在安徽省阜南县郜台乡庆发集团柳编公司的杞柳仓库内,挑取表面有蛀孔的枝条600余根,带回安徽农业大学植保学院人工气候养虫室内,作为试验材料。柳条内的害虫经鉴定全部为二突异翅长蠹。

**1.1.2 试验方法** 采用实验室饲养观测与仓库调查研究相结合的方法。将一部份柳条放于人工气候室中保存,另外一部分柳条分期依次剖开,取出枝条内的害虫进行饲养观察。将试虫放入铁质的养虫笼

内饲养(长×宽×高为50 cm×50 cm×35 cm)。在养虫笼底部放入数个剪成35 cm小段的柳条,供其取食。每天上午9:00,傍晚6:00各观测1次。采用俯视角进行形态观察,成虫分别以背面观和侧面观,幼虫和蛹以侧面观和腹面观为主。用分割规进行形态测量,将分割规的两针尖端对准所要测量的部位,看其长度,记录各虫态的大小、发育特征和发育历期,并及时用数码相机进行拍照。同时,在杞柳仓库随机选取并解剖柳条,观察记载虫态变化,调查自然状态下二突异翅长蠹的生长发育情况和生活习性,综合分析其年生活史。

### 1.2 药剂熏蒸技术研究

#### 1.2.1 供试药剂 见表1。

表1 供试药剂种类  
Table 1 Types of chemical tested

药剂 Chemical	生产商 Manufacturer	推荐剂量 Recommended concentration
56%磷化铝 TB Aluminum phosphide	山东圣鹏农药有限公司	3~12 g·m <sup>-3</sup>
80%敌敌畏 EC Dichlorvos	河北新丰农药有限公司	0.5~2.0 mL·m <sup>-3</sup>

**1.2.2 熏蒸试验** 共设2种处理方式,一是对含有试虫的柳条进行熏蒸,以确定熏蒸剂的种类、剂量;二是对裸露的试虫进行熏蒸,以了解不同虫态对熏蒸剂的敏感性,从而根据生活史的研究结果确定熏蒸防治的有利时机。熏蒸容器采用市售的真空密封袋(长×宽×高为60 cm×70 cm×80 cm)。

对柳条内的害虫熏蒸:每个熏蒸袋中放入长度相等带有蛀孔的柳条10根。在电子天平上称取磷化铝片剂,并用多层纱布包好,放入熏蒸袋的底部,同时在熏蒸袋中放入湿棉球,用塑料布和胶带封口,并向袋内充入空气,使其膨胀,放于温度为(28±1)℃的恒温箱中,熏蒸72 h。

对裸露的试虫熏蒸:将有蛀孔的柳条剖开,获得幼虫、成虫和蛹3种虫态各30头。试虫放入直径15 cm的培养皿里,每剂量处理虫态相同、活力大小相近的试虫30头,把放有试虫的培养皿移入熏蒸袋中,同上方法熏蒸24 h。

以上2种熏蒸方式各设8个处理:磷化铝6 g·m<sup>-3</sup>、磷化铝9 g·m<sup>-3</sup>、磷化铝12 g·m<sup>-3</sup>、敌敌畏0.5 mL·m<sup>-3</sup>、敌敌畏1 mL·m<sup>-3</sup>、敌敌畏2 mL·m<sup>-3</sup>、磷化铝6 g·m<sup>-3</sup>+敌敌畏0.5 mL·m<sup>-3</sup>(混合熏蒸),以不放置任何药剂作为空白对照。

熏蒸后的处理:熏蒸结束通风散气后,将柳条从熏蒸袋中取出,并逐一剖开,将柳条内的各虫态

害虫转入培养皿, 并加入新鲜的柳枝, 放在温度为 (28±1)℃, 相对湿度为 75%左右的恒温箱中饲养。放在培养皿中裸露的试虫取出后, 也同上法饲养。2 d 后检查成虫和幼虫的死亡数, 2 周后统计蛹的死亡数。成虫和幼虫死亡标准是用解剖针触动其胸足, 无反应即为死亡, 蛹的死亡标准是以不羽化为死亡。按以下公式计算死亡率和校正死亡率:

死亡率= [处理后死虫数/(处理后活虫数+处理后死虫数)]×100%。

校正死亡率= [(处理组死亡率-对照组死亡率)/(100-对照组死亡率)]×100%。

## 2 结果与分析

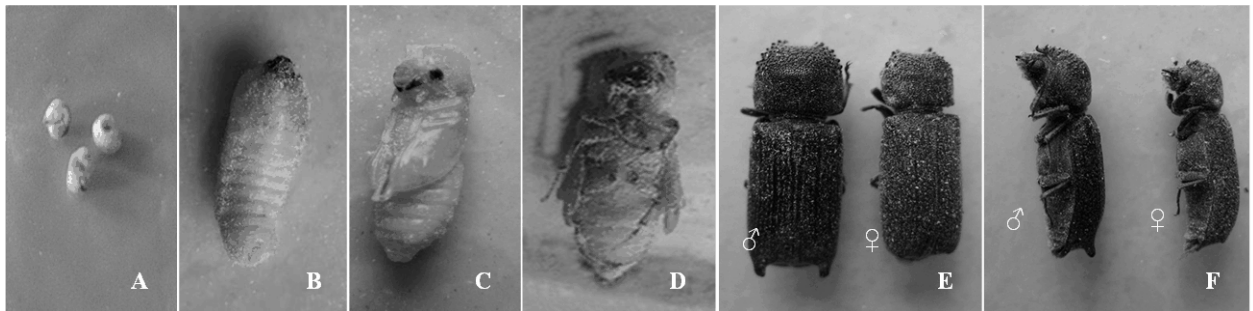
### 2.1 形态特征

形态观察结果图 1。

成虫: 体长 8~15 mm, 宽 3.5~4.7 mm。虫体黑褐至黑色, 呈圆筒形。头部黑色, 边缘具细粒状突起。复眼较大。触角 10 节, 锤状部 3 节, 锤状部长度超过触角全长的一半, 端节椭圆形。前胸背板发达, 前缘呈弧状凹入, 覆盖住头部, 前缘两侧各有 5~6 个锯齿状突起, 左右对称, 前半部密布颗粒状突起。鞘翅上刻点清晰, 排列成行, 有光泽, 刻点行间有很短很细的软毛。鞘翅两侧缘几乎平行。雌虫和雄虫主要区别是: 雌虫鞘翅上的钩形突很短且仅稍内弯, 雄虫鞘翅上的钩形突较长而内弯。

卵: 长 2~3 mm; 宽 1.5~1.8 mm。椭圆形, 略扁, 表面光滑, 有光泽。初产时乳白色, 后为淡黄色。

幼虫: 成长幼虫体长 5~12 mm, 体色白色至淡黄色, 蛴螬型, 体肥厚而圆润。上颚黑色, 圆锥形。



A: 幼虫 Larva; B: 老熟幼虫 Matured larva; C: 初期蛹 Early pupa; D: 末期蛹 Late pupa; E: 雌、雄成虫背面观 Dorsal view of male and female imago

图 1 二突异翅长蠹 3 种虫态

Figure 1 *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne in different stages

表 2 二突异翅长蠹的年生活史

Table 2 Annual life history of *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne in Fuyang, Anhui province from 2009 to 2011

世代 Generation	4 月 April		5 月 May			6 月 July			7 月 July			8 月 August			9 月 September			10 月 October			11 月 November			12 月~翌年 3 月 December to next March		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下					
	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L		
越冬代 Overwintering generation	~	~		θ	θ	θ																				
第 1 代 1st generation				+	+	+	+	+	+	+	+															
				·	·	·	·	·	·	·	·															
越冬代 Overwintering generation				~	~	~	~	~	~	~	~	θ	θ	θ	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	
																~	~	~	~	~	~	~	~	~		

“·”, 卵 egg; “~”, 幼虫 larva; θ, 蛹 pupa; “+”, 成虫 adult. F, 上旬 the first ten-day period of a month; M, 中旬 the middle ten-day period of a month; L, 下旬 the last ten-day period of a month.

蛹: 体长 8~12 mm。初期蛹米白色, 晶莹剔透; 随着蛹期的延长, 体色逐渐加深, 由白色到暗红色再到黑色, 蛹的腹部末节狭小, 末端呈半圆形突出。

### 2.2 生活史

二突异翅长蠹的年生活史见表 2。该虫在安徽省阜阳地区一年发生 2 代。以老熟幼虫在柳条及木

材内部越冬。越冬代幼虫在来年3月下旬开始活动,4月下旬、5月上旬化蛹,蛹期一般10~14 d。5月中、下旬陆续羽化为成虫,越冬代成虫寿命可达60 d左右,到7月中旬越冬代结束。第1代虫卵初现于5月下旬,卵期一般7~10 d,6月上旬第1代幼虫初现。第1代幼虫期较长,一般55~60 d。第1代幼虫8月上旬开始化蛹,8月中、下旬成虫开始大量出现,这一代成虫寿命较短,只有28~35 d左右。至9月底第1代结束。9月上旬第2代(越冬代)卵开始孵化成幼虫,并继续为害柳条,一直持续到11月新柳条收获后。幼虫一般发育至老熟,进入越冬状态,直到来年3月末4月初开始活动。

### 2.3 生活习性

二突异翅长蠹和双钩异翅长蠹类似,是热带亚

热带地区重要的钻蛀性害虫,其寄主广泛,主要为杞柳、合欢、橡胶树、木棉、芒果、桑、紫檀、柚木等<sup>[1]</sup>。

成虫傍晚至夜间活动取食,有微弱的趋光性,喜为害直径在2.0~3.5 cm之间的杞柳枝条。入侵时大都是从枝条上部开始向下为害,枝条表面可见明显的圆形蛀孔,直径5 mm左右。蛀入后的害虫在枝条内形成纵形和环形2种虫道,极易折断。纵形虫道长度一般是深入木质部4~5 mm,受害处有木屑流出;环形虫道是韧皮部下绕木质部1周,虫道宽大约5 mm。新羽化的成虫一般不为害新的枝条,而是在原来虫道内为害。傍晚时成虫大多会爬出虫道转移至新的柳条中继续为害。雌成虫交配后返回原虫道内产卵,卵散产,1个虫道内产卵6粒左右。

表3 两种熏蒸剂对杞柳枝条内二突异翅长蠹熏蒸72 h后的效果

Table 3 Effects of two fumigants on *Heterobostrychus hamatipennis* into the wicker at 72 h after fumigation

处理 Treatment	活跃数 Active number	击倒数 Attacked number	复苏数 Revivatory number	死虫数 Number of death	死亡率/% Mortality rate	校正死亡率/% Corrected mortality rate
磷化铝 Aluminum phosphide 6 g·m <sup>-3</sup>	0	15	4	11	73.33	71.93
磷化铝 Aluminum phosphide 9 g·m <sup>-3</sup>	0	23	1	22	95.65	95.42
磷化铝 Aluminum phosphide 12 g·m <sup>-3</sup>	0	20	0	20	100.00	100.00
敌敌畏 Dichlorvos 0.5 mL·m <sup>-3</sup>	13	3	0	3	18.75	14.47
敌敌畏 Dichlorvos 1.0 mL·m <sup>-3</sup>	15	6	1	5	23.81	19.80
敌敌畏 Dichlorvos 2.0 mL·m <sup>-3</sup>	12	7	2	5	26.32	22.44
混合熏蒸* Mix fumigation	0	17	4	13	76.47	75.23
对照 CK	20	—	—	1	5.00	—

\*混合熏蒸 Mix fumigation: 磷化铝 Aluminum phosphide 6 g·m<sup>-3</sup>+ 敌敌畏 Dichlorvos 0.5 mL·m<sup>-3</sup>.

表4 两种熏蒸剂对二突异翅长蠹的不同虫态熏蒸24 h后的效果

Table 4 Effects of two fumigants on different stages of *Heterobostrychus hamatipennis* at 24 h after fumigation

处理 Treatment	幼虫 Larva			蛹 Pupa			成虫 Adult		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
磷化铝 Aluminum phosphide 6 g·m <sup>-3</sup>	30	21	70.00	30	14	46.67	30	18	60.00
磷化铝 Aluminum phosphide 9 g·m <sup>-3</sup>	30	26	86.67	30	16	53.33	30	22	73.33
磷化铝 Aluminum phosphide 12 g·m <sup>-3</sup>	30	28	93.33	30	21	70.00	30	25	83.33
敌敌畏 Dichlorvos 0.5 mL·m <sup>-3</sup>	30	2	6.67	30	0	0.00	30	0	0.00
敌敌畏 Dichlorvos 1.0 mL·m <sup>-3</sup>	30	6	20.00	30	0	0.00	30	0	0.00
敌敌畏 Dichlorvos 2.0 mL·m <sup>-3</sup>	30	10	33.33	30	0	0.00	30	4	13.33
混合熏蒸* Mix fumigation	30	23	76.67	30	15	50.00	30	20	66.67
对照 CK	30	0	—	30	0	—	30	0	—

A: 活虫数 Active number; B: 死虫数 Number of death; C: 校正死亡率/% Corrected mortality rate. \*混合熏蒸 Mix fumigation: 磷化铝 Aluminum phosphide 6 g·m<sup>-3</sup>+ 敌敌畏 Dichlorvos 0.5 mL·m<sup>-3</sup>.

幼虫孵化3 d后开始蛀木取食。首先在木质部导管中取食,逐渐向外扩散,形成与导管平行的幼虫坑道。坑道直径约7 mm,长约35 mm,蛀入深

度可达6~8 mm,常数条坑道相互交错。幼虫的排泄物及木屑紧密堆积在坑道后面,不排出坑道外,所以被害状不易被发现。羽化孔呈圆形,直径在5

mm 左右。

#### 2.4 药剂熏蒸效果

由表 3 可见, 杞柳枝条内部二突异翅长蠹经磷化铝熏蒸 72 h 后, 各虫态试虫的总体校正死亡率以  $12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  剂量最高, 达到 100.00%。而敌敌畏熏蒸处理的最高剂量为  $2 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  时, 校正死亡率只有 26.32%。可能是其渗透力较弱, 很难作用到枝条内部的害虫上。调查时发现, 被击倒的试虫多数是在枝条上的孔洞附近, 气体较易渗透到的区域。磷化铝  $6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  + 敌敌畏  $0.5 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  混合熏蒸未见明显增效作用。

由表 4 可见, 裸露的二突异翅长蠹不同虫态在相同条件下熏蒸 24 h 后, 在厂家推荐的剂量范围(磷化铝为  $3\sim 12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 敌敌畏为  $0.5\sim 2.0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 内, 磷化铝的熏蒸效果比敌敌畏好, 混合熏蒸增效不明显, 幼虫的校正死亡率比蛹和成虫的高, 不同虫态对磷化氢的敏感性强弱大致为: 幼虫>成虫>蛹, 说明幼虫对熏蒸剂最敏感, 而蛹的耐药性最强。

### 3 小结与讨论

本研究通过仓库调查和实验室饲养观察, 明确了该虫的年生活史和生活习性。该虫在安徽阜阳地区 1 年发生 2 代, 以老熟幼虫在被害柳条内部越冬。采用 56%磷化铝片剂和 80%敌敌畏乳油进行熏蒸试验, 结果表明: 以磷化铝熏蒸效果较好; 对柳条内部的害虫熏蒸, 以  $12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  的剂量熏蒸 72 h 后各虫态总体的校正死亡率最高, 可达到 100.00%; 对裸露的不同虫态害虫熏蒸, 以幼虫对磷化氢最敏感。因此, 在生产中要抓住防治重点时期, 即为每年的 3 月底 4 月初, 越冬幼虫开始复苏, 并取食危害时。可以选用 56%磷化铝片剂  $12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$  进行熏蒸处理, 熏蒸时间以 72 h 以上为宜。可采用库房熏蒸或帐幕熏蒸的方法。

二突异翅长蠹是木材、藤枝、竹枝及其制品一种非常重要的钻蛀性害虫, 也是一种重要的检疫害虫。近年来, 该虫通过货物、运输工具携带传播的风险不断加大。安徽阜阳地区仓库中喷洒过多次农药, 但收效甚微。因此, 除了发生情况较严重时采用药剂熏蒸外, 还应利用多种有效措施, 进行综合防控:

(1) 加强检疫。该虫在枝条内越冬繁殖和危害, 不易被察觉, 成虫飞翔能力弱, 远距离的传播主要靠人为的携带运输。因此, 从外地调进杞柳枝条时一定要严格检查; 如有发现应立即隔离杀灭, 虫情严重者应禁止其调入, 防止该虫进一步蔓延。

(2) 做好人工防治。如发现室内木质地板、门窗上出现圆形空洞, 并有木屑溢出, 里面很有可能就有该虫, 要及时更换这块地板或门窗部件。换下的有虫地板和门窗部件集中焚烧处理。

(3) 物理防治。选择日光较强、气温较高的天气, 将收获的柳条置于日光下连续曝晒 2~3 d, 能很好地防虫。

#### 参考文献:

- [1] 张生芳, 刘永平, 武增强. 中国储藏物甲虫[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
- [2] 陈志麟, 谭秀婷, 罗亦昌. 进口树枝截获二突异翅长蠹[J]. 植物检疫, 1997, 11(1): 50-51.
- [3] 陈志麟. 检疫截获的长蠹科害虫[J]. 植物检疫, 2000, 14(3): 153-157.
- [4] 初冬, 章卫. 我国的长蠹科昆虫记述[J]. 植物检疫, 1997, 11(2): 105-109.
- [5] He Q J, Yi C H, Yang Y I, et al. A preliminary survey on pest of bamboo in Yunnan Province[J]. Agricultural Science & Technology, 2009, 10(1): 153-156.
- [6] Aberlenc H P. *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne, 1895, a minor pest recently imported from China for the first time into France (Coleoptera, Bostrichidae) [J]. Bulletin de la Societe Entomologique de France. 2008, 113: 4, 521-523.
- [7] Benker U. Stowaways in wood packaging material- current situation in Bavaria[J]. Forstschutz Aktuell, 2008, 44: 30-31.
- [8] Robert B. *Heterobostrychus hamatipennis* Lesne (Coleoptera: Bostrichidae) new to Florida[J]. Insecta Mundi, 2010, 0138: 1-5.
- [9] 刘涛, 李丽, 李柏树, 等. 苹果蠹蛾磷化氢熏蒸技术研究[J]. 植物检疫, 2011, 25(1): 13-15.
- [10] Fields P G, White N D. Alternatives to methyl bromide treatments for stored- product and quarantine insects[J]. Annual Review Entomology, 2002, 47: 331-59.
- [11] 王殿轩, 陈吉汉, 周慧星, 等. 磷化氢对 3 种储粮书虱致死浓度与时间的比较研究[J]. 植物检疫, 2010, 24(2): 9-12.
- [12] 张立力. 磷化氢对玉米象各发育虫期生物学效应的研究[J]. 粮食储藏, 1995, 24(5-6): 77-80.
- [13] 丁伟, 陶卉英, 张永强, 等. 磷化氢熏蒸处理对嗜卷书虱不同虫态的致死作用[J]. 农药学报, 2003, 5(3): 24-30.