利用信息化学物质研究松树小蠹虫的扬飞规律*

孙守慧[1**] 原忠林[2] 王忠钰[2] 赵利伟[1] 高长启[3] 宋丽文[3] 祁金玉[1]
（1. 沈阳农业大学 林学院 沈阳 110161；2. 千山风景名胜区管委会林业局 辽宁 鞍山 114045；
3. 吉林省林业科学研究院 长春 130033）

Emergences of bark beetles on pine monitored based on bait trapping SUN Shou-Hui[1**], YUAN Zhong-Lin[2], WANG Zhong-Yu[2], ZHAO Li-Wei[1], GAO Chang-Qi[3], SONG Li-Wen[3], QI Jin-Yu[1] (1. Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China; 2. The Forestry Bureau of Mount Qianshan Administration Committe, Anshan, Liaoning 114045, China; 3. Jilin Provincial Academy of Forestry Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract Field tests with bait traps were conducted to monitor bark beetles on pine: Cryphalus fulvus, Hylastes plumbeus, Tomicus minor and Tomicus piniperda, from 2005 to 2006 in Mount Qianshan of Liaoning. The results showed that two emergence peaks were found for these four species of bark beetles from April 18 to August 10, in which the first peak lasted about 30 days, and the second about 15 days. In C. fulvus and H. plumbeus, the first emergence peak was early to middle May, and the second was middle to late July and early to middle July respectively. T. minor and T. piniperda had similar emergence peaks, i.e. the first peak in late April to early May and the second in early to middle July. The number of beetles trapped in the first peak was higher than the second except C. fulvus because of its higher population density in first trapped.

Key words semiochemicals, Cryphalus fulvus, Hylastes plumbeus, Tomicus minor, Tomicus piniperda, emergence

摘 要 于2005～2006年在辽宁省千山利用信息化学物质野外诱捕黄色梢小蠹 Cryphalus fulvus、红松根小蠹 Hylastes plumbeus、横坑切梢小蠹 Tomicus minor及纵坑切梢小蠹 Tomicus piniperda成虫，结果显示：这4种小蠹在4月18日至8月10日期间都明显出现2次扬飞高峰。第1次扬飞高峰持续均为30 d左右，第2次扬飞高峰期约为15 d；黄色梢小蠹和红松根小蠹第1次扬飞高峰期在5月上中旬出现，第2次扬飞高峰期分别在7月中下旬和上中旬；横坑切梢小蠹与纵坑切梢小蠹的扬飞高峰期基本一致，第1次扬飞高峰期为4月下旬到5月上旬，第2次扬飞高峰在7月上中旬；结果同时还表明诱虫量第1次扬飞高峰一般都明显大于第2次，只是黄色梢小蠹在首次利用信息化学物质进行监测且密度较高时例外。

关键词 信息化学物质，黄色梢小蠹，红松根小蠹，横坑切梢小蠹，纵坑切梢小蠹，扬飞规律

小蠹虫为鞘翅目 Coleoptera 小蠹科 Scolytidae的一类昆虫，是针叶树木的毁灭性害虫。纵坑切梢小蠹 Tomicus piniperda和横坑切梢小蠹 T. minor经常混合发生，不仅在北方危害严重，在我国西南林区也肆虐成灾[1,2]。近年来黄色梢小蠹 Cryphalus fulvus在辽宁千山风景区对油松危害也较严重[3]。红松根小蠹 Hylastes plumbeus主要危害林木的根部，也可以导致寄主迅速死亡。由于其绝大多数以成虫和幼虫在寄主内钻蛀危害，隐蔽性很强，虫体转梢转干时间长，高峰期不易掌握[4]，防治困难，因

*国家科技部农转资金项目“应用聚集信息素监测与防治松小蠹示范”（D3EF212200076）；辽宁省科技厅博士启动基金课题（20051050）；辽宁省教育厅科研计划项目（20060785）。

**E-mail: sysshh@163.com

收稿日期：2009-03-11，修回日期：2009-04-07，2009-04-27再修回

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

此小蠹虫的危害发生与防治多年来也一直是研究的重点和难点。

森林生态系统多种复杂的信息化学物质(semiochemicals)影响和决定着森林生态系统内生物的时空结构与分布[5], 小蠹虫对针叶寄主树木的选择和入侵危害是在树木次生代谢物质和小蠹虫信息化学物质的综合调控下完成的一个复杂过程[1,6,7]。应用信息化学物质研究小蠹虫的发生规律, 准确地测定出该虫扬飞高峰期和扬飞期的持续时间, 确定了其扬飞高峰曲线, 能为小蠹虫的监测和防治提供可靠的科学依据[8], 是当今世界害虫综合治理(IPM)的主要方向之一[9,10]。为了探索利用信息化学物质监测和防治松树小蠹虫的新方法, 本研究试图利用小蠹虫信息化学物质对在千山危害较为严重的黄色梢小蠹、红松根小蠹、横坑切梢小蠹及纵坑切梢小蠹进行诱捕, 摸清其扬飞规律, 以期为千山小蠹虫的监测和扬飞期的科学防治提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验设于辽宁省千山风景名胜区, 距鞍山市中心东南 17 km, 总面积 125 km²。千山属于长白山支脉, 植被为油松、落叶阔叶混交林, 绝大部分为次生林, 少部分为人工林, 林中的害虫主要有小蠹虫、松干蚧、松毛虫、松梢螟、天牛等[11]。自然植被中, 油松的比重最高, 约占整个森林面积的 40%, 其中百年以上的古松有万余株。试验地设在中沟、龙泉寺和无量观 3个地点。中沟标准地位于仙人台景区, 为 20～30年的中龄林, 游人量较小, 树势生长较旺盛; 龙泉寺和无量观标准地位于北部景区, 为近百年的过熟林, 游人较多, 树势较衰弱。近年来小蠹虫在千山风景区对油松危害严重, 在现有的 3 133 hm²油松纯林中, 有 533 hm² 受小蠹虫危害严重, 是油松致死的直接原因[12], 黄色梢小蠹和横坑切梢小蠹虫口密度较大[13], 是优势种类。

1.2　材料

加拿大引进人工合成的缓释性信息化合物诱芯: α-蒎烯(alpha-pinene, AP)、壬醛(nonanal, NL)、反式马鞭草烯醇(trans-verbenol, TV)和桃金娘烯醇(myrtenol, MT)。其中 α-蒎烯为小瓶包装, 其它诱芯均为片式包装, 缓释有效期为 3个月。诱捕器采用吉林省林科院生产的 8漏斗式"小蠹虫诱捕器"(专利号: ZL 200420012443.4)。

1.3　试验方法

试验于 2005年(5月 1日至 7月 20日)和 2006年(4月 18日至 8月 10日)进行, 在千山龙泉寺、无量观和中沟 3块实验地内各设置 1组诱捕器, 每组 4个诱捕器, 每个诱捕器挂 1种诱芯组合, 试验共设 4种不同诱芯组合处理, 分别为 2 AP, 2 AP+NL+TV, 2 AP+NL+MT+TV和对照(不挂任何诱芯), 组内诱捕器随机排列, 间距不小于 50 m, 组间距离均大于 100 m, 悬挂高度距地面约 1.5 m。每 2 d定时收集集虫杯中的小蠹虫 1次, 将诱捕的小蠹虫收集于内盛 70%的酒精的集虫杯中, 室内鉴定集虫杯中小蠹虫种类, 统计虫口数。

2　结果与分析

对千山 3个不同地点(龙泉寺、无量观、中沟)诱集的小蠹虫进行种类鉴定与数量统计, 如图 1～4所示。

2.1　黄色梢小蠹的扬飞规律

如图 1所示: 黄色梢小蠹在千山地区 2005年的第 1次扬飞高峰从 5月初开始, 直到 5月 11日达到峰值, 而后诱捕量开始下降, 该高峰期历时约 30 d, 在此高峰期过后, 诱捕量一直处在一个较稳定的水平, 第 2次扬飞高峰从 7月 13日开始; 2006年的第 1次扬飞高峰同 2005年相似, 第 2次扬飞高峰从 7月 6日开始到 7月 13日达到峰值, 较 2005年早 1周左右, 持续到 7月 20日, 历时 15 d左右。2005年黄色梢小蠹第 2个扬飞高峰数量比第 1个扬飞高峰大, 2006年反之。由黄色梢小蠹在千山地区 2005和 2006年的扬飞曲线可见: 黄色梢小蠹从 4月 18日至 8月 10日期间在千山地区出现 2次扬飞高峰, 分

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

别出现在 5月上中旬与 7月中下旬, 2个高峰期持续时间分别约为 30 d与 15 d。

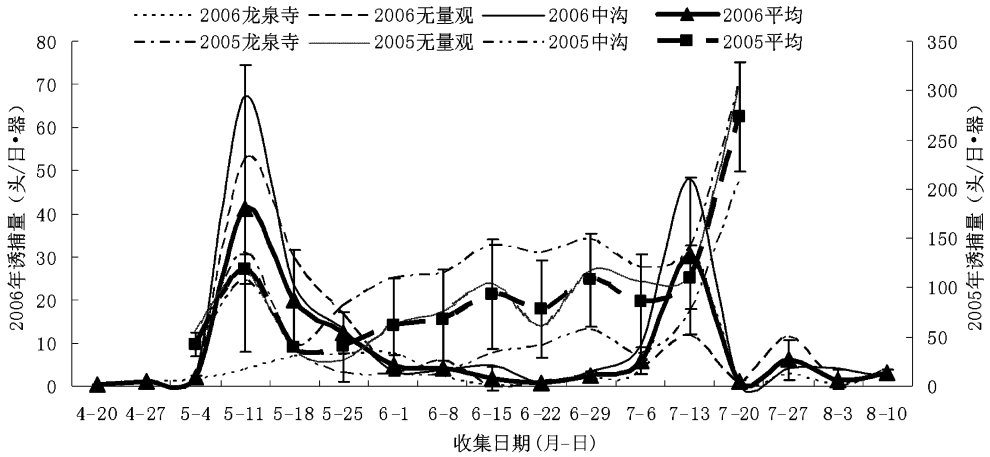

图 1 2005~2006年黄色梢小蠹扬飞曲线

2.2 红松根小蠹的扬飞规律

如图 2所示: 红松根小蠹在千山地区 2005年的第 1次扬飞高峰从 4月底开始, 直到 5月 11日达到峰值, 而后诱捕量开始下降, 该高峰期历时约 30 d在此高峰期过后, 诱捕量一直处在一个较稳定的水平, 第 2次扬飞高峰从 7月 6日开始, 于 7月 13日达到最高峰, 该高峰期历时约 15 d。2006年的 2次扬飞高峰同 2005年类似。可见: 红松根小蠹从 4月 18日至 8月 10日期间在千山地区出现 2次扬飞高峰, 分别出现在 5月上中旬与 7月上中旬, 2个高峰期持续时间分别约为 30 d与 15 d。第 1次扬飞高峰诱集的虫口数量明显多于第 2次高峰。

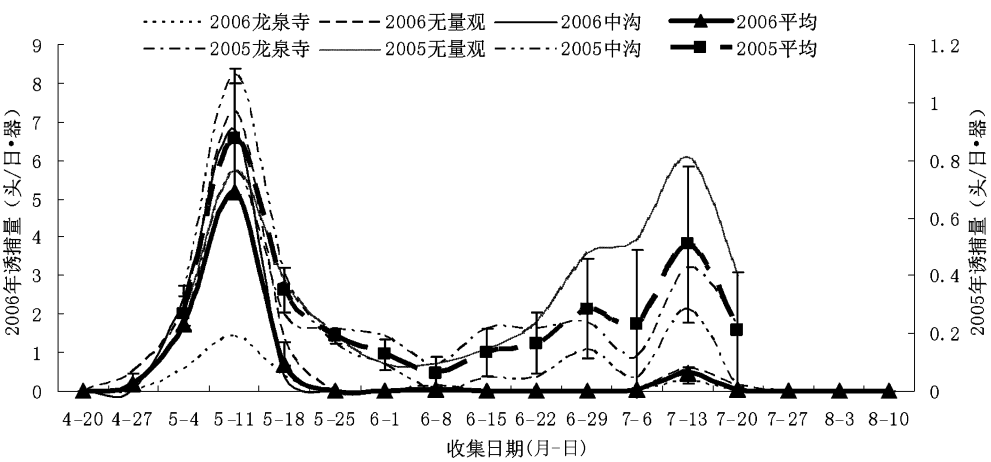

图 2 2005~2006年红松根小蠹扬飞曲线

2.3 横坑切梢小蠹的扬飞规律

如图 3所示: 横坑切梢小蠹在千山地区 2005年的第 1次扬飞高峰从 4月下旬开始, 直到 5月初达到峰值, 而后诱捕量开始下降, 该高峰期历时约 30 d。在此高峰期过后, 诱捕量一直处在一个较低的水平, 第 2次扬飞高峰从 7月 6日开始, 于 7月 13日达到最高峰, 该高峰期持续约 15 d。2006年的第 1次扬飞高峰从 4月 20日开始, 直到 4月 27日达到最高峰, 该高峰期历时约 30 d。第 2次扬飞高峰同 2005年相似。可见: 横坑切梢小蠹从 4月 18日至 8月 10日期间在千山地区出现 2次扬飞高峰, 第 1次

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

扬飞高峰集中在 4月下旬和 5月上旬, 第 2次扬飞高峰在 7月上中旬, 2个高峰期持续时间分别约为 30 d与 15 d 第 1次扬飞高峰诱集的虫口数量明显多于第 2次高峰。

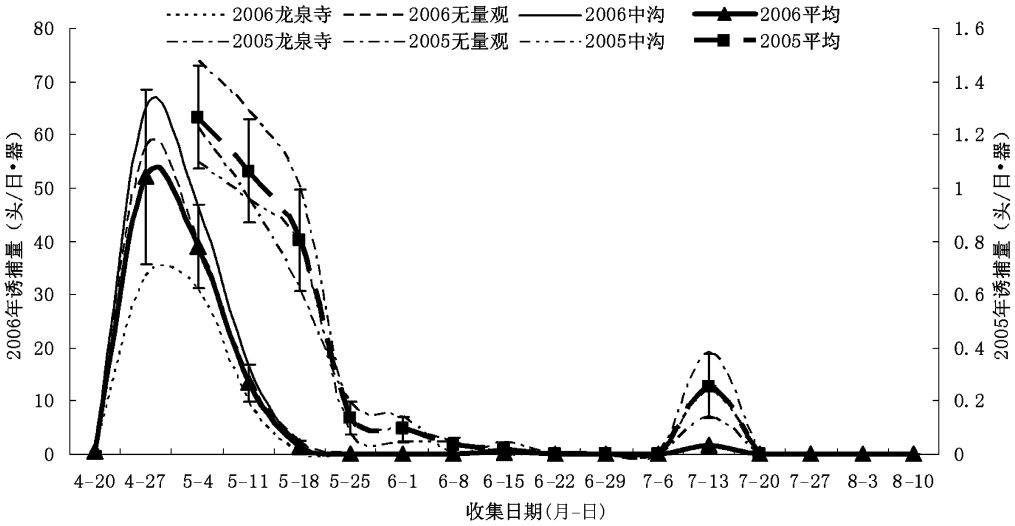

图 3　2005～2006年横坑切梢小蠹扬飞曲线

2.4 纵坑切梢小蠹的扬飞规律

如图 4所示: 纵坑切梢小蠹在千山地区 2005年的第 1次扬飞高峰在 5月上旬达到峰值, 该高峰期历时约 30 d在此高峰期过后, 诱捕量一直处在一个较低的水平, 第 2次扬飞高峰从 6月 29日开始, 于 7月 6日达到最高峰, 该高峰期持续约 15 d 2006年的第 1次扬飞高峰从 4月 20日开始, 直到 4月 27日达到最高峰, 该高峰期持续约 30 d第 2次扬飞高峰较 2005年延后一周左右。该高峰期历时约 15 d从纵坑切梢小蠹在千山地区 2005和 2006年的扬飞高峰曲线可见: 纵坑切梢小蠹从 4月 18日至 8月 10日期间在千山地区出现 2次扬飞高峰, 第 1次扬飞高峰集中在 4月下旬和 5月上旬, 第 2次扬飞高峰在 7月上中旬, 2个高峰期持续时间分别约为 30 d与 15 d 第 1次扬飞高峰诱集的虫口数量明显多于第 2次高峰。

3 讨论

横坑切梢小蠹和纵坑切梢小蠹从 4月 18

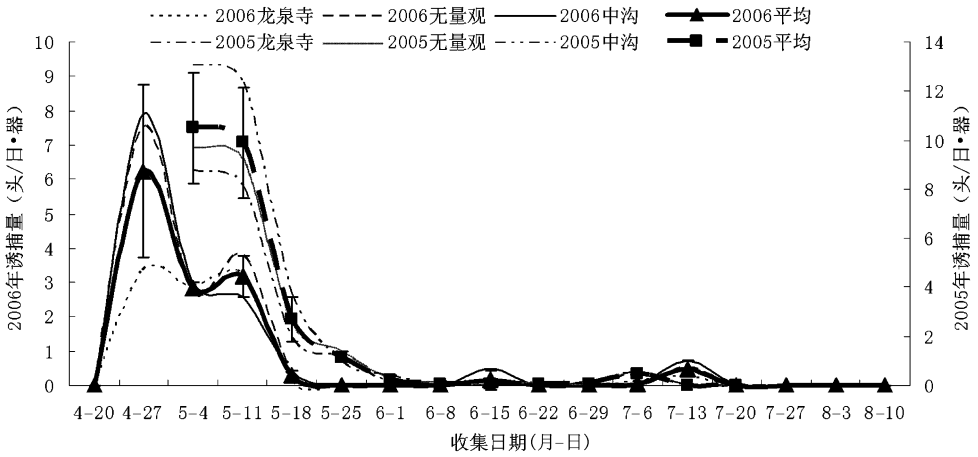

图 4　2005～2006年纵坑切梢小蠹扬飞曲线

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

日至 8月 10日期间在千山地区第 1次扬飞高峰集中在 4月下旬和 5月上旬,第 2次扬飞高峰在 7月上中旬,扬飞高峰出现时间相同。根据薛永贵等[14],原忠林等[12]和孔淑芬等[15]报道横坑切梢小蠹和纵坑切梢小蠹在我国 1年 1代,以成虫越冬,结合成虫诱集的扬飞曲线作者推测第 1个高峰期的形成应该是由越冬代的成虫群集扬飞而造成,第 2个高峰期是由新一代成虫所形成;黄色梢小蠹和红松根小蠹从 4月 18日至 8月 10日期间在千山地区第 1次扬飞高峰集中在 5月上中旬,第 2次扬飞高峰在 7月上中旬或中下旬。第 1次扬飞高峰诱集的虫口数量一般明显多于第 2次高峰,只有 2005年黄色梢小蠹第 2个扬飞高峰数量比第 1次扬飞高峰大,可能是由于 2005年首次在此地点引诱该虫,虫口密度非常大所致。由于国内目前还没有对黄色梢小蠹和红松根小蠹的生物学特性进行详细研究,根据扬飞曲线作者推测第 1个高峰期的形成应该是由越冬后的成虫群集扬飞而造成,第 2个高峰可能是由新一代成虫所形成。

黄色梢小蠹、红松根小蠹、横坑切梢小蠹及纵坑切梢小蠹成虫的扬飞活动或多或少都存在不整齐现象,据戴兴祥等,王海林等,李丽莎等报道,云南横坑切梢小蠹和云南切梢小蠹由于存在姊妹世代重叠,故造成扬飞时期的不整齐[16~18]。由于目前国内还没有关于黄色梢小蠹和红松根小蠹的生物学特性研究的报道,根据成虫诱集的扬飞曲线我们推测其也可能存在姊妹世代重叠现象,故造成扬飞时期的不整齐,如 2005年在虫口密度较高的情况下,黄色梢小蠹在 5月 25日至 7月 13日期间出现大小不一的 3个扬飞小高峰,红松根小蠹在 5月 25日至 7月 6日期间出现大小不一的 3个扬飞小高峰。而从天气情况来看,据 Negron等报道小蠹虫的发育状况受温度、降雨量等气候条件影响较大[19],而 5月中旬后千山地区早晚温差大,降雨量增多,从而导致小蠹虫发育产生较大差异,同一种间可能不整齐,因此造成扬飞时期的不整齐。

通过信息化学物质诱捕对黄色梢小蠹、红松根小蠹、横坑切梢小蠹及纵坑切梢小蠹成虫的扬飞规律进行监测发现,在 4月 18日至 8月 10日诱捕期间以上 4种小蠹成虫在千山地区第 1次高峰期持续时间均为 30 d左右,第 2次高峰期均较短,约为 15 d;而在我国西南地区横坑切梢小蠹在 4月 18日至 8月 10日期间的 2个高峰期持续都约为 30 d[14,20],这可能是由于我国西南地区和东北地区的气候不同使两地的小蠹虫在生活史和生态学适应性方面产生了差异。

野外诱捕期间影响小蠹成虫扬飞的因素较多,如小蠹虫活动部位、诱捕地理位置、郁闭度及人的活动因素等,都直接影响着诱捕器的诱捕虫口数,要达到利用化学信息物质为小蠹的预测预报和可持续控制提供准确的科学依据的目的,还需要在更多的时间,更多的地点进一步完善小蠹虫的扬飞活动规律。

致 谢 感谢辽宁省林业高等职业技术学院宋友文先生在标本鉴定过程中提供的大力帮助。

参 考 文 献

1 闫争亮. 小蠹科害虫化学信息物质及其对侵害寄主等行为的影响. 西部林业科学, 2006, **35**(3): 22~33.
2 宋友文, 王德宏, 张树文, 等. 辽宁小蠹虫名录Ⅰ. 辽宁林业科技, 1998, (1): 21~25.
3 孙守慧, 原忠林, 王中钰, 等. 信息化学物质对黄色梢小蠹野外诱集效果初报. 中国森林病虫, 2007, (4): 26~27.
4 肖育贵, 周建华, 肖银波, 等. 绿僵菌对云南松切梢小蠹的致病性. 中国生物防治, 2007, **23**(增刊): 12~15.
5 陈辉. 化学信息素对小蠹虫入侵危害的调控. 林业科学, 2003, **39**(6): 154~158.
6 Salom S M, Hobson K R. Application of Semiochemicals for Management of Bark Beetle Infestation. Proceeding of an Informal Conference. Collingdale: Diane Publishing Company, 1998: 14~22.
7 段焰青, 叶辉, 李青青. 小蠹虫对针叶类寄主树木的选择危害机制. 昆虫知识, 2006, **43**(1): 16~21.
8 高长启, 徐桂莲, 张晓军, 等. 应用聚集信息素监测与防治纵坑切梢小蠹. 中国森林病虫, 2004, **23**(2): 30~32.
9 宋丽文, 任炳忠, 孙守慧, 等. 松纵坑切梢小蠹信息化学物质野外诱集效果试验. 东北林业大学学报, 2005, **33**(1): 38~40.
10 赵涛, 周楠, 李丽莎, 等. 聚集化合物林间引诱测报松小蠹成虫发生期的研究. 西部林业科学, 2001, (3): 49~52.
11 韦立华. 试论千山风景区的资源保护. 辽宁林业科技

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

2008, (1): 53~55.
12 原忠林, 曹庆宏, 王洪魁, 等. 千山古松衰亡原因及综合治理技术探讨. 中国森林病虫, 2002, **21**(4): 25~27.
13 孙守慧, 原忠林, 王忠钰, 等. 不同信息化学物质对4种松树小蠹虫的野外诱集效果研究. 沈阳农业大学学报, 2008, **39**(6): 740~743.
14 薛永贵, 丁启含, 华藏加, 等. 横坑切梢小蠹生活史及危害规律初报. 安徽农学通报, 2007, **13**(17): 154.
15 孔淑芬, 张海忠, 王东风, 等. 松纵坑切梢小蠹及其防治. 吉林林业科技, 2005, **34**(5): 34~35.
16 戴兴祥, 陈鹏, 黄川, 等. 砚山县纵坑切梢小蠹综合控制技术. 中国森林病虫, 2006, **25**(6): 31~34.
17 王海林, 张云霞, 李丽莎, 等. 云南纵坑切梢小蠹种群生物学特性研究. 中国森林病虫, 2006, **25**(4): 21~24.
18 李丽莎, 刘宏屏, 周楠, 等. 松小蠹综合控制技术研究. 西部林业科学, 2004, (01): 62~71.
19 Negron J F, Bentz B J, Fetting C J, et al. US forest service bark beetle research in the Western United States: looking toward the future. J For, 2008, **106**(6): 325~331.
20 李丽莎, 刘宏屏, 陈鹏, 等. 两种切梢小蠹生态学特性比较研究. 西部林业科学, 2006, **35**(1): 1~5.

《昆虫知识》2010年第47卷第2期要目预告

综述和进展
自动识别技术在昆虫分类鉴别研究中的应用 …… 徐 鹏 等
虫瘿与致瘿昆虫 …… 王光钺 等
昆虫表皮蛋白及其基因表达调控机理的研究进展 …… 刘清明 等
研究论文
大蜡螟饲料配方的优化 …… 吴艳艳 等
湖北地区蝇科物种的多样性及地理分布 …… 段海生 等
麻疯树柄细蛾触角及其感器的扫描电镜观察 …… 江 南 等
磁场对东亚飞蝗体色的影响 …… 曹成全 等
赤拟谷盗的磷化氢敏感和抗性品系体内羧酸酯酶的活性比较 …… 王殿轩 等
两种尸食性蝇类幼虫形态学变化及在法医学上的意义 …… 赵 博 等
螺旋粉虱成虫触角的感器 …… 郑丽霞 等
短时高温对莲草直胸跳甲成虫存活及繁殖的影响 …… 陈 磊 等
小菜蛾碱性磷酸酶基因cDNA片段的克隆及其序列分析 …… 刘 洁 等
西花蓟马取食不同豆科蔬菜时的实验种群生命表 …… 郅军锐 等
松褐天牛六种类型的触角感器的超微结构 …… 孙 飞 等
氟磺酰胺复配毒饵对红火蚁的田间防治效果 …… 张 庆 等
桃蚜诱捕色板的CMYK模拟优化 …… 付国需 等
松突圆蚧及友恩蚜小蜂空间分布型和种群消长 …… 禹海鑫 等
思茅松微红梢斑螟生物学和生态学特性 …… 童 清 等
常用杀虫剂对小菜蛾天敌卷蛾分索赤眼蜂的影响 …… 王德森 等
丹霞山风景区巴寨景点蚁狮的空间分布 …… 黄红英 等
三种螽斯的性选择行为比较 …… 李廷友 等
甲酸乙酯及甲酸对离体玉米象乙酰胆碱酯酶(AChE)及酯酶活性的影响 …… 徐 丽 等
几种酰胺类新农药对水稻孕穗期稻纵卷叶螟的防效试验 …… 杨廉伟 等
橘小实蝇对五种芒果气味挥发性物质的行为反应 …… 施 伟 等
上海地区悬铃木方翅网蝽的生活史及发生 …… 肖娱玉 等
北洛河流域食蚜蝇科区系分析 …… 黄丽娜 等
相对湿度对谷蠹生长发育和繁殖的影响 …… 权 跃 等
光滑足距小蠹成虫触角感受器的电镜扫描观察 …… 杨群芳 等
松墨天牛、光肩星天牛的染色体核型 …… 刘 平 等
黑斑新小叶蝉在海南为害的首次报道 …… 邢楚明 等
基于18S rRNA和线粒体16S rRNA基因序列的柳蚕进化分析 …… 朱保建 等
温度对双斑长跗萤叶甲成虫寿命、繁殖的影响 …… 李广伟 等
2.5%高效氟氯氰菊酯微乳剂对苹果桃小食心虫的田间应用技术研究 …… 范仁俊 等
棉铃虫钙粘蛋白N端多肽多克隆抗体制备及对Bt抗性的初步检测 …… 黄晶晶 等
灰飞虱的种群特性及其与温度的关系 …… 张爱民 等
技术与方法
一种酚氧化酶原组织定位的胶体金标记免疫电镜方法 …… 冯从经 等
一种经济高效提取实蝇基因组DNA的方法 …… 杨 燕 等
基础知识
昆虫数字化博物馆科普功能分析 …… 杨红珍 等

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n