

筛胸梳爪叩甲监测技术及应用

楼君¹, 滕莹¹, 高百龙², 石坚², 舒金平^{3*}

(1. 浙江省富阳市林业技术推广中心, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省德清县林业局, 浙江 德清 313299;
3. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

关键词: 筛胸梳爪叩甲; 金针虫; 竹笋; 监测技术
中图分类号: S763 文献标识码: A

Monitoring Techniques of *Melanotus cribricollis* (Coleoptera: Elateridae) and Its Application

LOU Jun¹, TENG Ying¹, GAO Bai-long², SHI Jian², SHU Jin-ping³

(1. Forestry Technology Promotion Center of Fuyang City, Zhejiang Province, Fuyang 311400, Zhejiang, China;
2. Forestry Bureau of Deqing City, Zhejiang Province, Deqing 313299, Zhejiang, China;
3. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract: *Melanotus cribricollis* is one of the most important pest insects damaging bamboo shoots in South China, and there were not any reports about its monitoring techniques yet. The techniques of food bait trapping, light trapping and sex pheromone trapping of *M. cribricollis* larva or adults in fields were studied. The results showed that corn seed was the most effective attractant toward *M. cribricollis* larva, and in average, 2.38 wireworm were captured by each corn-seed bait, suggesting that corn seed could be used as food bait for wireworm monitoring. Observation on the seasonal activity of *M. cribricollis* wireworms indicated that there were two peaks, April to May and September to October. *M. cribricollis* adults swarming from the soil started from late April and ended at the end of August, and the peak was between the middle of June to the early July. These results provide a reference for effective control of bamboo wireworms.

Key words: *Melanotus cribricollis*; wireworms; bamboo shoots; monitoring techniques

害虫预测预报是进行害虫风险评估及制定防治决策的基础,使用有效的监测技术能准确地预测林间害虫发生的时间、种群动态等重要参数,可为害虫防治指标的确定和综合防治措施的实施提供参考依据。当前,我国已有近百种重要害虫建立了系统的监测技术^[1]。金针虫是鞘翅目(Coleoptera)叩甲科(Elateridae)昆虫幼虫的通称,广布于世界各地,是一种极为重要的地下害虫^[2-3]。金针虫隐蔽性强,且能随环境变化改变活动及危害深度,其虫口密度

调查及种群动态监测十分困难。国内外学者对农作物金针虫的调查方法及种群监测技术进行了探索,提出了土方抽样、食物诱捕及成虫性信息素诱捕等多种方法^[4-6],为金针虫防治提供了技术支撑。

筛胸梳爪叩甲(*Melanotus cribricollis* (Faldernmann))是近年来在我国南方竹林中爆发成灾的竹林金针虫优势种,其寄主范围广、危害严重,造成巨大的经济损失,控制竹林金针虫的危害已成为当前竹林可持续经营亟需解决的问题^[7-8]。因竹林生态

收稿日期: 2013-12-12

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目课题(2012BAD23B0402)

作者简介: 楼君(1973—),女,浙江富阳人,工程师,主要从事林业技术研究及应用推广工作。

* 通讯作者: shu_jinping001@163.com

系统(栽培模式及根系等)与小麦(*Triticum aestivum* L.)、玉米(*Zea Mays* L.)、马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)等农作物生态系统存在显著差异,农业生产中针对金针虫的土壤抽样及诱捕技术可能不适用竹林金针虫种群密度调查及种群监测,加之筛胸梳爪叩甲性信息素研究还处于刚起步阶段,当前对筛胸梳爪叩甲的调查监测尚无有效可行的技术手段。本研究以竹林金针虫优势种筛胸梳爪叩甲为研究对象,通过食物诱捕、黑光灯诱捕及成虫性信息素引诱剂诱捕研究了筛胸梳爪叩甲幼虫及成虫监测技术,旨在为竹林金

针虫的高效监测及防治提供技术参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于浙江省德清县上柏镇三民村(120°04' E,30°32' N),平均海拔高度约200 m,年平均气温14~16℃,年降水量1250~1800 mm,土壤为沙质壤土或红、黄壤土,pH值3.7~6.0。本研究选取了5块筛胸梳爪叩甲危害程度较重的试验样地,样地概况详见表1。

表1 试验地概况

样地编号	地理坐标	面积/m ²	竹龄/a	竹林经营管理方式	盖度	郁闭度	土壤类型	坡度	竹笋密度/(株·m ⁻²)	竹笋受害率/%
1	30°29'42.2"N 119°55'12.1"E	27×31.7	13	近3 a连续苍糠覆盖、施复合肥、翻耕,新竹采用竹腔注射防虫	0.1	0.70	红壤	阴坡8°	1.83	>15
2	30°29'13.8"N 119°54'47.4"E	65×23	18	以前苍糠覆盖,近2 a未覆盖,施复合肥、翻耕,竹腔注射防虫	0.4	0.64	红壤	阳坡5°	1.72	>30
3	30°29'22.2"N 119°55'26.8"E	40.8×16.7	15	每年施复合肥、翻耕,不用农药	0.2	0.77	红壤	平地	1.77	>30
4	30°29'11.7"N 119°54'56.9"E	22.7×13.5	16	每年施复合肥、翻耕,竹腔注射防虫	0.1	0.5	红壤	平地	1.58	>45
5	30°29'10.5"N 119°54'37.4"E	29.5×17.4	15	以前苍糠覆盖,近3 a未覆盖,每年施复合肥、翻耕,竹腔注射防虫	0.5	0.6	红壤	平地	1.63	>40

注:竹笋受害率以试验开始前,4月上旬各样地内鲜笋抽样的平均受害率进行统计,抽样笋数>1000株。

1.2 食物诱饵诱捕

1.2.1 诱捕器制作 自制饵料诱捕器由塑料标记、底部有圆孔(直径1.0 cm)的塑料杯(杯口直径12 cm,杯高10 cm)及诱饵组成(图1)。试验时,先在杯底放入约3 cm深的林间土壤,然后将食物饵料放入杯中,最后用林间土壤填实整个塑料杯,制成诱捕器。

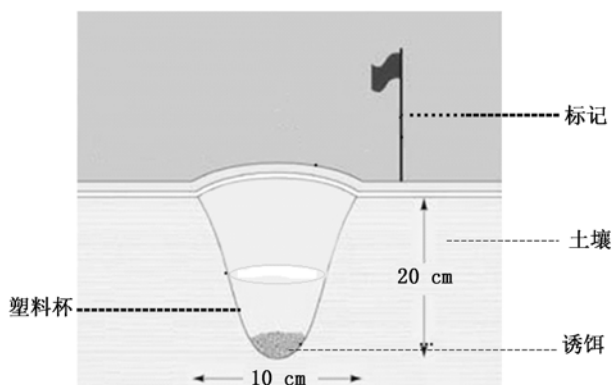


图1 竹林金针虫诱捕器及埋置方法

1.2.2 供试饵料 本研究选用玉米种子(科甜1号,浙江农科种业有限公司)、土豆、胡萝卜、面粉、鲜

竹笋(均采购于富阳市城东综合市场)5种食物作为金针虫诱饵的备选材料。

1.2.3 诱捕器埋置及诱虫量统计 4月份,将装有5种食物诱饵(各20 g)的5个塑料杯平放于竹林土坑内,杯底距土表20 cm,然后用土将土坑填平,在诱捕器上方插上标牌(图1)。以不放饵料的塑料杯作为对照,每块样地直线埋设1组,1组埋设6杯(5个处理+1个对照),每杯之间距离1 m。自埋入塑料杯14 d后,以塑料杯为中心,挖掘直径10 cm、深20 cm的圆柱形土方,随后在托盘内仔细检查所挖掘的土方,分离和收集各土方内金针虫(包括杯内及杯外的金针虫),统计其数量。共计30个土方。将各土方中收集到金针虫带回实验室,依据腹部的形态特征确定种类^[2,9]。

1.3 幼虫监测

以20 g玉米为诱饵(埋置前在水中浸泡24 h)制作诱捕器。自2011年2月1日起,每月1日(其中3月和7月为2日埋置)在每块样地内随机埋置1个诱捕器,每月的埋置地点不重复,直至12月结束。按上述方法,于埋置诱捕器14 d后挖掘土方并统计

各诱捕器诱捕到的金针虫数量。

1.4 成虫监测

1.4.1 黑光灯诱捕 2010—2011年,每年4月15日至8月31日在1、5号样地内设置黑光灯(灯管长60 cm,功率20 W,江苏张家港市东莱植保科学器材厂生产)诱集筛胸梳爪叩甲成虫。黑光灯悬于地表,灯管顶部距地面高度约150 cm,收虫器底部距离地面60 cm。2盏黑光灯间的距离超过5 000 m。开灯时间19:00至次日6:00(雨天除外)。依据成虫形态特征鉴定筛胸梳爪叩甲种类^[2],每天统计诱捕的成虫数量。

1.4.2 性引诱剂诱捕 2012年4月15日至8月31日,在2~4号样地中央各设置1个甲虫撞板式诱捕器(Y006型诱捕器,北京中捷四方生物科技有限公司生产)诱捕筛胸梳爪叩甲成虫。在诱捕器上悬挂浸有20 μ L性信息素引诱剂(中国林科院亚林所合成并配制)的橡胶诱芯,每30 d更换一次诱芯。各样地间距离均超过1 500 m。依据成虫形态特征鉴定筛胸梳爪叩甲种类^[2],每10 d统计一次各诱捕器诱捕的成虫数量。

1.5 数据统计分析

利用SPSS v11.5软件的相关分析方法对试验数据进行处理,处理及对照间的差异性应用单因素方差分析,并利用Origin 8.0作图。

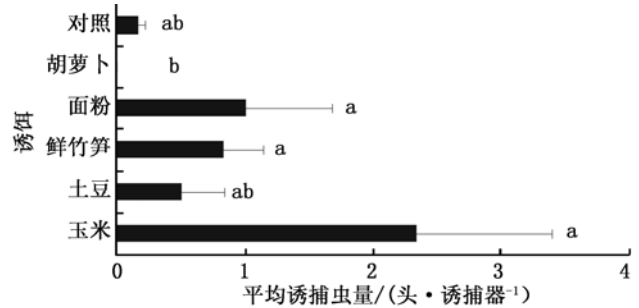
2 结果与分析

2.1 不同食物诱饵诱捕效果比较

研究表明,在供试的5种食物饵料中,以玉米种子诱捕筛胸梳爪叩甲效果最佳,平均诱捕量达到2.38头·诱捕器⁻¹,其次为面粉(平均诱捕量为0.98头·诱捕器⁻¹),胡萝卜诱捕效果最差,无法诱捕到金针虫(图2)。但玉米、土豆及面粉3种饵料的诱捕效果差异不显著($P > 0.05$)(图2)。另外,无饵料的对照也能捕获到少量金针虫,平均诱捕量为0.23头·诱捕器⁻¹。胡萝卜无诱捕作用,这可能是由于胡萝卜在发酵过程中释放出了对金针虫有驱避作用的代谢产物。

2.2 筛胸梳爪叩甲幼虫的年活动规律

在饵料筛选的基础上,以玉米种子作为诱饵监测了筛胸梳爪叩甲幼虫的年活动规律。研究表明(图3),筛胸梳爪叩甲幼虫在林间3月份开始活动,4—5月为其第一个活动高峰期,随后随着土壤温度的升高,金针虫活动开始减弱,7—8月份筛胸



注:图中不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同。

图2 不同食物饵料对筛胸梳爪叩甲的诱捕效果

梳爪叩甲幼虫开始越夏,取食行为最弱,诱捕器仅能诱捕到少量的金针虫;9—10月为筛胸梳爪叩甲幼虫活动的另一个高峰期,随后随着土壤温度降低,金针虫活动减弱,至12月进入越冬期,不再活动,诱捕器没有捕获到金针虫。

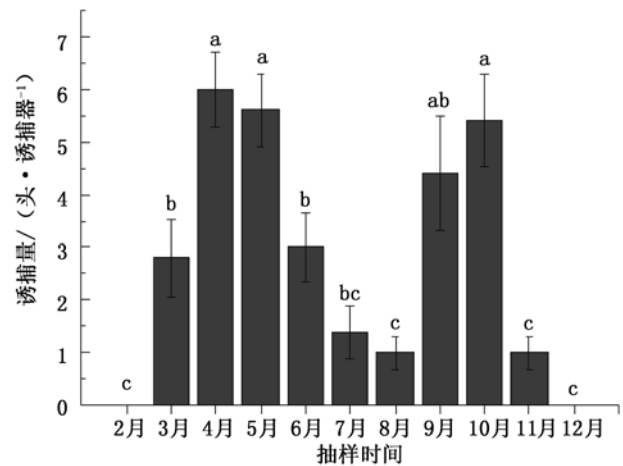


图3 筛胸梳爪叩甲幼虫的活动节律

2.3 筛胸梳爪叩甲成虫的扑灯节律

研究表明,4月底至8月底,利用黑光灯均能捕获到筛胸梳爪叩甲成虫,但成虫扑灯规律不明显(图4)。2010年4月中旬即可诱捕到成虫,其活动高峰期在5月下旬至6月下旬,8月19日扑灯结束;而2011年4月下旬成虫开始扑灯,其活动高峰期在5月底至7月中旬,8月底扑灯结束。这说明筛胸梳爪叩甲成虫扑灯与气温、降雨等环境因素的影响密切相关。

2.4 性信息素引诱剂的诱捕效果

研究表明,所使用的性信息素引诱剂配方对筛胸梳爪叩甲雄虫有明显的引诱作用,在4月下旬至8月中旬均可诱捕到筛胸梳爪叩甲成虫,6月下旬至7月初为出土最高峰(图5)。在4月下旬(4月15—24日)即可诱捕到少量雄虫,平均诱捕量为

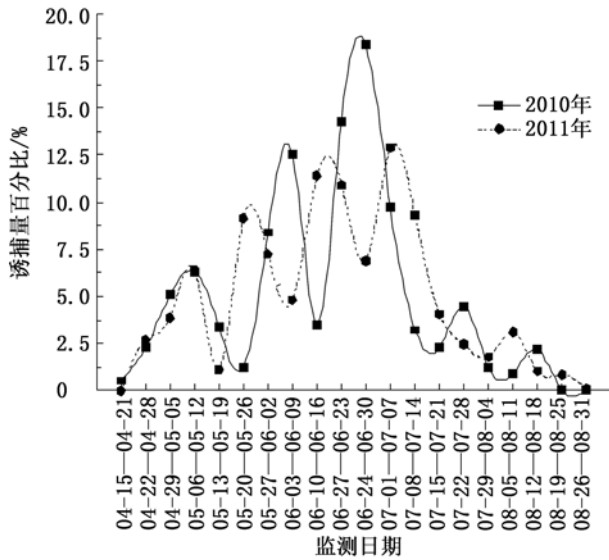


图4 筛胸梳爪叩甲成虫的扑灯节律

0.33 ± 0.33 头·诱捕器⁻¹,随着时间的变化,诱捕量逐渐增大,6月下旬至7月初(6月24—7月3日)达到最大,为 28.67 ± 2.60 头,随后诱捕量迅速下降,8月底没有诱捕到雄虫,成虫期结束。

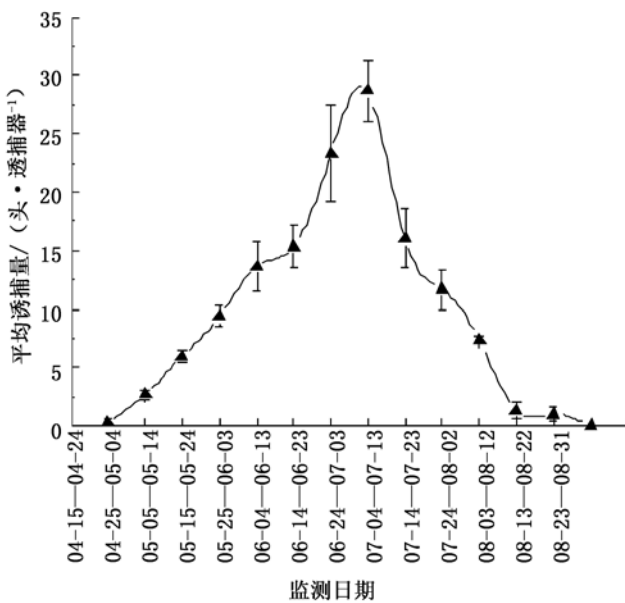


图5 不同时段性信息素引诱剂的诱捕效果

3 结论与讨论

作者利用食物诱捕、黑光灯诱捕及性信息素引诱剂诱捕3种手段对筛胸梳爪叩甲幼虫及成虫的监测技术开展了初步研究,结果表明:玉米种子对竹林金针虫有较强的引诱作用,可以作为竹林金针虫食物诱捕的饵料,食物诱捕技术可监测筛胸梳爪叩甲

幼虫全年的活动情况;黑光灯诱捕及性信息素引诱剂诱捕监测能反映出筛胸梳爪叩甲成虫的活动节律及种群动态。

国内外学者针对食物诱捕技术开展了大量研究,诱捕技术也日趋完善^[10-11],但实际应用时饵料选择、诱捕器埋置及取样时间等关键技术受虫种、作物种类及环境等因素影响显著^[12]。如在北美洲,“小麦+玉米”对大田叩甲(*Agriotes sputator* L.)的引诱作用最佳^[10-11],在加拿大小麦金针虫(*Ctenicera destructor* (Brown))和两色叩甲(*Hypolithus bicolor* Eschscholtz)对燕麦(*Avena sativa* L.)反应显著^[13],而在日本,稻谷对冲绳梳爪叩甲(*M. okinawensis* Ohira)引诱作用最强^[12]。本研究对5种食物饵料筛选结果表明,玉米种子对筛胸梳爪叩甲的引诱作用最强,可以作为竹林金针虫的引诱饵料。诱捕监测结果显示,筛胸梳爪叩甲全年存在两个明显的活动高峰期,这为金针虫防治时机的确定提供了依据。诱捕量大小在一定程度上也能反映出调查样地内金针虫的种群数量及危害情况。

成虫是叩甲生活史中唯一暴露于土表的虫态,对于成虫的监测是掌握金针虫种群消长规律和准确测报的关键一环。部分叩甲种类的成虫具有很强的趋光性,黑光灯诱捕技术能定性反映叩甲成虫的活动规律,诱捕量也是评估成虫种群密度的重要指标^[14]。本研究表明,自筛胸梳爪叩甲成虫出土后,黑光灯自4月底到8月中旬均可诱捕到成虫,但活动高峰期不集中,诱捕量变化较大,这可能是由于筛胸梳爪叩甲趋光行为易受气温、降雨及地形等环境因素的影响。

由于昆虫性信息素有较强的诱虫效果,利用叩甲性信息素进行成虫诱捕和监测的研究在北美洲、欧洲和日本得到广泛开展^[15-16]。Krivokhizin 利用大田叩甲性信息素引诱剂的诱捕量建立了该金针虫种群密度的预测方程^[17];Kishita 等应用基于性信息素引诱剂的释放-回收技术对Ikei岛的冲绳梳爪叩甲成虫的种群密度进行了成功预测^[18];在英国等欧洲国家,已经利用性信息素引诱剂对短尾叩甲(*A. brevis* Candeze)、条纹叩甲(*A. lineatus* L.)及暗色叩甲(*A. obscurus* L.)等重要种类的种群动态进行了监测。本研究利用性信息素引诱剂对筛胸梳爪叩甲成虫进行了监测,结果表明所合成的性信息素引诱剂高效专一,能准确反映出成虫的活动规律,这为筛胸梳爪叩甲成虫防治提供了技术参考。

由于金针虫危害的隐蔽性,对金针虫种群密度的掌握是进行危害风险评估及制定管理策略的关键和基础。利用食物诱捕、黑光灯诱捕监测筛胸梳爪叩甲,其诱捕量可定性反映金针虫种群的动态变化规律,但诱捕量受土壤温湿度、田间食物丰度、气温、降雨等较多因素影响,要进行准确的种群密度预测及风险评估仍需开展大量研究工作。成虫性信息素引诱剂诱捕技术专一高效,有较大发展空间,但利用诱捕量进行筛胸梳爪叩甲种群密度预测还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 石奇光. 昆虫性信息素测报技术[J]. 生物防治通报, 1985, 1(1): 48-52
- [2] 江世宏, 王书永. 中国经济叩甲图志[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 20-21
- [3] Chalfant R B, Jansson R K, Seal D R, *et al.* Ecology and management of sweet potato insects [J]. Annual Review of Entomology, 1990, 13: 157-180
- [4] Parker W E, Howard J J. The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to U. K. [J]. Agricultural and Forest Entomology, 2001, 3(2): 85-98
- [5] 舒金平, 王浩杰, 徐天森, 等. 金针虫调查方法及评价[J]. 昆虫知识, 2006, 43(5): 611-616
- [6] Furlan L. An IPM approach targeted against wireworms; what has been done and what has to be done [J]. IOBC/WPRS Bull, 2005, 28(2): 91-100
- [7] 张 祺. 早园竹林叩甲优势种生物学特性研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2005: 1-31
- [8] 周云娥, 白洪青, 舒金平. 筛胸梳爪叩甲生物学特性研究[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(4): 28-32
- [9] 张履鸿, 张丽坤. 金针虫常见属的鉴别及有关问题[J]. 昆虫知识, 1990, 27(4): 233-235, 248
- [10] Parker W E. Evaluation of the use of food baits for detecting wireworms (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in fields intended for arable crop production [J]. Crop Protection, 1994, 13(4): 271-276
- [11] Parker W E. The development of baiting techniques to detect wireworms (*Agriotes* spp., Coleoptera: Elateridae) in the field, and the relationship between bait-trap catches and wireworm damage to potatoes [J]. Crop Protection, 1996, 15(6): 521-527
- [12] Arakaki N, Hokama Y, Yamamura K. Efficient bait for sampling the wireworm *Melanotus okinawensis* (Coleoptera: Elateridae) in a sugarcane field [J]. Applied Entomology and Zoology, 2009, 44(4): 561-568
- [13] Doane J F. Evaluation of a larval trap and baits for monitoring the seasonal activity of wireworms in Saskatchewan [J]. Environmental Entomology, 1981, 10(3): 335-342
- [14] 舒金平, 滕 莹, 陈文强, 等. 筛胸梳爪叩甲的防治技术研究[J]. 林业科学研究, 2012, 25(5): 620-625
- [15] Tóth M, Furlan L, Yatsynin V G, *et al.* Identification of pheromones and optimization of bait composition for click beetle pests (Coleoptera: Elateridae) in Central and Western Europe [J]. Pest Management Science, 2003, 59(4): 417-425
- [16] Milonas P G, Kontodimas D C, Michaelakis A, *et al.* Optimization of pheromone trapping method for click beetles (*Agriotes* spp.) in Greece [J]. Phytoparasitica, 2010, 38(5): 429-434
- [17] Krivokhizin V I. Determining numbers of larvae of *Agriotes sputator* from data of adult catches in pheromone traps [J]. Nauchno-Tekhnicheskii Byulleten, Raskhi, Sibirskoe Otdelenie, 1991, 2: 38-40
- [18] Kishita M, Arakaki N, Kawamura F, *et al.* Estimation of population density and dispersal parameters of the adult sugarcane wireworm, *Melanotus okinawensis* Ohira (Coleoptera: Elateridae) on Ikei Island, Okinawa, by mark-recapture experiments [J]. Applied Entomology and Zoology, 2003, 38(2): 233-240