

筛胸梳爪叩甲的防治技术研究*

舒金平¹, 滕莹¹, 陈文强², 石坚³, 刘剑¹, 徐天森¹, 王浩杰^{1**}

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省德清县武康镇林业工作站, 浙江 德清 313299;
3. 浙江省德清县林业局, 浙江 德清 313200)

摘要:筛胸梳爪叩甲是我国南方地区重要的笋期害虫。研究了林间挖笋除虫、黑光灯诱杀及药剂防治3种方法对筛胸梳爪叩甲的控制效果。结果表明:3种技术措施均能显著降低该虫的危害率和虫口密度,其中药剂防治效果最明显。3a持续挖笋除虫的防治效果达(22.76±3.90)%;每年单盏黑光灯年平均诱捕量可达(1 143.8±318.7)头,连续6a的灯光诱杀可将竹笋危害率由防治前的(56.05±2.83)%降至防治后的(39.21±2.83)%;连续施用5%辛硫磷+3%毒死蜱颗粒剂3a年可将竹笋危害率由防治前的(69.62±5.36)%降至(21.17±7.65)%,防治效果达(70.11±10.99)%。

关键词:筛胸梳爪叩甲;金针虫;竹笋;防治技术

中图分类号:S763

文献标识码:A

Control Techniques of *Melanotus cribricollis* (Coleoptera: Elateridae)

SHU Jin-ping¹, TENG Ying¹, CHEN Wen-qiang², SHI Jian³, LIU Jian¹, XU Tian-sen¹, WANG Hao-jie¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Wukang Forestry Station of Deqing County, Zhejiang Province, Deqing 313299, Zhejiang, China;

3. Forestry Bureau of Deqing County, Zhejiang Province, Deqing 313200, Zhejiang, China)

Abstract: *Melanotus cribricollis* is one of the most important pest insects that damage bamboo shoots in South China, and no report was found in the control techniques of this insect. The effect of three control methods, shoot-removing, light trapping and insecticidal control against *M. cribricollis* in fields were studied. The results showed that all the three methods could reduce the damage and density of wireworms significantly, and the insecticidal control was the most effective. The control efficiency of shoot-removing against bamboo wireworms was (22.76±3.90)% in three years; 1 143.8±318.7 adults of *M. cribricollis* could be caught per light per year, and the damage percent of shoots dropped from (56.05±2.83)% to (39.207±2.83)% with light trapping in 6 years. The insecticide blend of 5% phoxim and 3% chlorpyrifos showed to be effective against *M. cribricollis*, and the damage percent of shoots dropped from (69.62±5.36)% to (21.17±7.65)% in 3 years.

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

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,以植物的地下部分为食,是小麦(*Triticum aestivum* L.)、玉米

(*Zea mays* L.)及马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)等经济作物主要的地下害虫^[1-4]。近年来,随着我国南方地区笋用竹林大面积种植及砻糠覆盖技术的应

收稿日期:2011-12-23

基金项目:国家十二五科技支撑项目课题(2012BAD19B0803);国家林业局“948”引进项目(2007-4-22)

作者简介:舒金平(1979—),男,湖北武汉人,助理研究员,博士,主要从事行为生态学和害虫综合治理研究。

* 特别感谢浙江省湖州市德清县山民村章玉良和许建芳夫妇在成虫收集及防效调查等工作中的帮助!

** 通讯作者: haojie_wang@163.com

用, 金针虫在笋用林内爆发成灾, 造成重大的经济损失^[5]。筛胸梳爪叩甲 (*Melanotus cribricollis* (Faldermann)) 是竹林金针虫的优势种, 在浙江省 3~4 a 发生 1 代, 以幼虫钻蛀竹笋取食, 危害竹芽、竹鞭及竹根等组织器官, 造成大量的虫笋和退笋, 严重影响竹笋产量和商品价值, 还造成种笋大量死亡, 竹林地衰败加剧, 损失巨大^[6]。以浙江省德清县为例, 2010 年筛胸梳爪叩甲的发生面积达 2 000 hm² 以上, 年损失近千万元。筛胸梳爪叩甲危害竹种包括早园竹 (*Phyllostachys praecox* C. D. Chu et C. S. Chao)、毛竹 (*Ph. edulis* (Carr.) H. de Lehaie)、淡竹 (*Ph. glauca* McClure)、红竹 (*Ph. iridescens* Yao et Chen) 及白哺鸡竹 (*Ph. dulcis* McClure) 等 60 多个竹种, 危害严重的早园竹林鲜笋带虫率可达 62%~78%, 1 株笋最多带虫 19 头^[5, 7-8]。金针虫危害严重制约了笋用竹林的可持续经营, 控制竹林金针虫的危害是当前笋用林产业发展急需解决的问题。

金针虫隐蔽性强, 且能随环境变化改变危害深度, 其监测及防治技术一直是植物保护工作的重点和难点。国内外学者从土壤处理、生物防治及化学

防治等多个方面开展了金针虫防治技术的研究, 提出了作物轮作^[3, 9]、水淹耕地^[10]、毒饵诱杀^[11]、农药拌种^[12-13]及性信息素诱杀^[14-16]等多种技术手段, 但因竹林生态系统(种植模式及根系系统等)的特殊性, 防治农业金针虫的大多技术不适用于竹林金针虫的防治, 而竹林金针虫性信息素研究处于刚起步阶段, 对竹林金针虫的防治尚无安全可行的技术手段。本研究从营林技术、黑光灯诱杀及药剂防治 3 个方面对筛胸梳爪叩甲的控制技术进行了研究, 为竹林金针虫的高效防治提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于浙江省德清县境内(120°04' E, 30°32' N), 平均海拔 200 m 以下, 年平均气温 14~16 °C, 年降水量 1 250~1 800 mm, 土壤为沙质壤土或红、黄壤土, pH 值 3.7~6.0。本研究在该县山民村早园竹种植区选取了 9 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°29'41.8"N 119°55'10.1"E	26.2 × 19.8	10	近 3 a 连续苍糠覆盖、翻耕、施复合肥, 注干防虫	0.1	0.65	红壤	阴坡 10°	1.71	>30
2	30°29'35.2"N 119°55'09.8"E	27.0 × 18.1	14	每年施复合肥、翻耕, 从未苍糠覆盖, 不用农药	0.1	0.7	红壤	平地	1.82	>30
3	30°29'34.1"N 119°55'17.4"E	18.6 × 23.7	16	每年施复合肥、翻耕, 近 2 a 苍糠覆盖, 不用农药	0.3	0.4	红壤	平地	1.61	>40
4	30°29'43.7"N 119°55'12.4"E	18.1 × 14.8	14	每年施复合肥、翻耕, 从未苍糠覆盖, 注干防虫	0.1	0.3	红壤	平地	0.81	>70
5	30°29'28.2"N 119°55'11.1"E	21.9 × 10.2	18	每年施复合肥、翻耕, 从未苍糠覆盖, 不用农药	0.2	0.3	黄沙壤	平地	1.37	>50
6	30°29'04.2"N 119°54'49.4"E	69.8 × 20.4	20	以前苍糠覆盖, 近 2 a 未覆盖, 每年施复合肥、翻耕, 注干防虫	0.3	0.5	红壤	阳坡 5°	1.52	>50
7	30°29'10.2"N 119°55'06.8"E	31.4 × 14.9	14	每年施复合肥、翻耕, 从未苍糠覆盖, 不用农药	0.1	0.45	红壤	平地	1.42	>50
8	30°29'11.7"N 119°54'56.9"E	22.7 × 13.5	16	每年施复合肥、翻耕, 从未苍糠覆盖, 注干防虫	0.1	0.5	红壤	平地	1.58	>45
9	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, 注干防虫	0.5	0.6	红壤	平地	1.63	>40

注: 竹笋被害率以试验开始前 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 > 1 000 株。

1.2 挖笋除虫

试验时间 2005—2007 年, 试验地为表 1 中 1~

3 号样地, 各试验地一端约 1/5 面积的林地作为对照样地, 余下部分为处理样地。自 3 月 21 日起, 每

隔1 d在处理地内挖掘鲜笋(保留的种笋除外),及时装入塑料袋(60 cm×30 cm,无破损)中带回,出售前统计虫害笋的数量及每支虫害笋中携带筛胸梳爪叩甲幼虫的数量,同时统计袋中逃逸的幼虫数量,统计时间直至挖笋结束。对照样地内不作任何处理,仅在抽样统计鲜笋虫口密度和受害率时挖笋。

1.3 黑光灯诱杀

时间为2005—2011年,试验地为表1中7~9号样地。每年4月20日至8月31日,在样地内设置黑光灯(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,收虫器距离地面60 cm,灯管顶部距地面高度约150 cm。3块样地内各盏黑光灯之间的距离超过1 000 m。开灯时间19:00至次日6:00(雨天除外),每天统计所诱捕的筛胸梳爪叩甲成虫数量。

1.4 药剂防治

时间为2008—2010年,试验地为表1中4~6号样地(样地间隔均在1 000 m以上),各块试验地的1/2作为对照样地。每年4月末,挖笋结束后,选用3%毒死蜱+5%辛硫磷颗粒剂(浙江绍兴天诺农化有限公司生产)进行林间小区试验。在处理样地内,施药量为75 kg·hm⁻²,3个重复。施药方法采用沟施,沟宽为20 cm,沟间距为20 cm,沟深为10~15 cm。将颗粒剂与疏松土壤或腐熟砵糠(质量比1:5)搅拌均匀后施入沟内,用土覆盖。同年9月底再施用1次。对照样地不施用任何药剂。试验样地及对照样地均正常挖笋。

1.5 效果调查

每年4月初至4月中旬,随机抽查防治区和对照区的竹笋,抽查时将鲜笋自基部挖出,去泥后仔细检查竹笋受害情况(有筛胸梳爪叩甲幼虫取食痕的竹笋均认定为受害),并统计每支受害笋上的虫口数。每个样地防治区及对照区的抽样笋数均不少于100株。

1.6 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(One-way ANOVA, LSD test)完成,并利用Origin 8.0软件作图。

2 结果与分析

2.1 挖笋除虫

2.1.1 笋期筛胸梳爪叩甲危害程度 林间调查表明:非砵糠覆盖地内3月下旬可发现筛胸梳爪叩甲幼虫危害竹笋,但危害程度小,虫口密度低,仅为0.02头·株⁻¹(在砵糠覆盖地的竹林地内筛胸梳爪叩甲幼虫活动时间会提前);随着气温的升高,虫口密度逐渐加大(图1-A),所捕获的虫量也逐渐增加(图1-B)。4月上、中旬捕获虫量最大,4月下旬至5月上旬虫口密度最高,但此时捕获的虫量较低,这主要是因为此时为出笋末期,竹林中新发的竹笋少,虫口密度虽高,但随笋携带的虫量少。4月下旬筛胸梳爪叩甲幼虫主要集中在种笋上取食,危害率可达86.79%~100.00%。

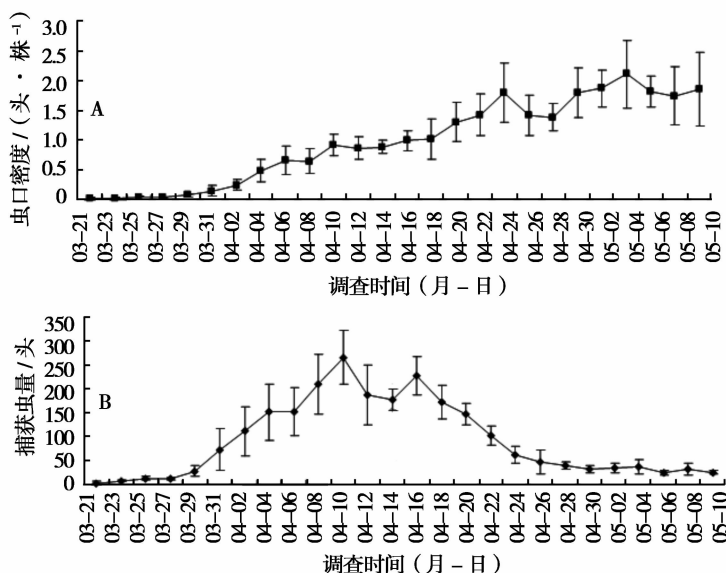
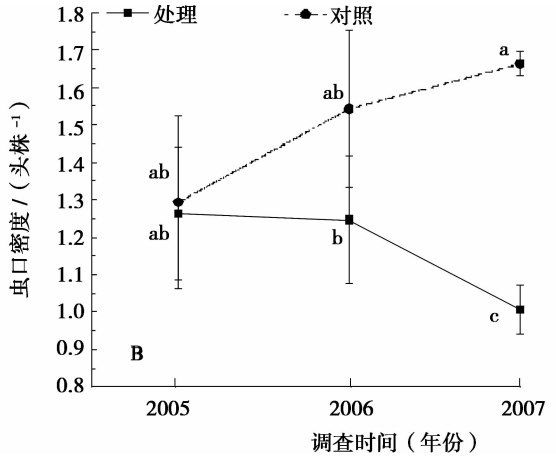
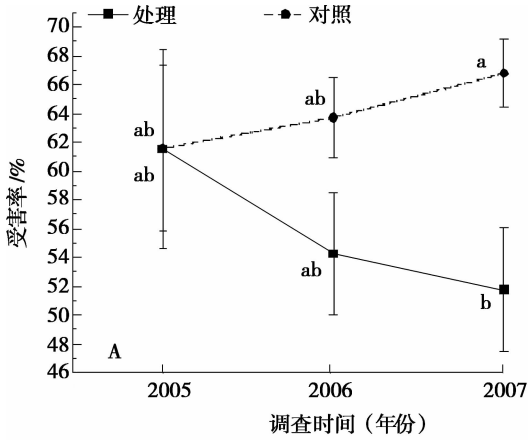


图1 筛胸梳爪叩甲幼虫危害程度

2.1.2 防治效果 在选定的样地内,每年笋期挖笋能携带出竹林的筛胸梳爪叩甲幼虫数量约(6.3 ± 1.58)头·m⁻²。2005—2007年,3 a持续挖笋除虫的结果表明:挖笋除虫能显著降低鲜笋的受害率和虫口密度,处理样地内鲜笋受害率由防治前的

61.52%降至51.76%(图2-A),防治效果达(22.76 ± 3.90)%;虫口密度也由防治前的1.26头·株⁻¹降至1.01头·株⁻¹(图2-B);而对照样地内的竹笋受害率及虫口密度均上升。



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 挖笋除虫对筛胸梳爪叩甲的控制效果

2.2 黑光灯诱杀

2.2.1 筛胸梳爪叩甲夜间扑灯规律 筛胸梳爪叩甲成虫具有明显的趋光性。林间灯诱结果表明:筛胸梳爪叩甲成虫晚间扑灯呈现明显的时段性(表

2)。成虫扑灯主要集中于晚间19:00—22:00时,诱捕量占全部诱虫量的76.29%,22:00时后成虫扑灯数量明显减少,后半夜成虫几乎不活动。雨天挂灯的结果表明:筛胸梳爪叩甲成虫无扑灯现象。

表2 不同时段筛胸梳爪叩甲成虫诱捕量比例

观测时段	19:00 - 20:00	20:00 - 21:00	21:00 - 22:00	22:00 - 23:00	23:00 - 24:00	0:00 - 6:00
诱捕量比例/%	27.11 ± 8.60 ^a	31.24 ± 9.43 ^a	17.94 ± 5.89 ^{ab}	10.67 ± 2.90 ^{ab}	7.20 ± 3.14 ^b	5.83 ± 3.63 ^b

2.2.2 防治效果 试验结果表明:在筛胸梳爪叩甲成虫出土期内,单盏黑光灯年平均诱捕量可达到1 143.8 ± 318.7头(2006—2008年统计数据)。在选定的试验样地内,经过6 a的持续诱杀,竹笋的平

均受害率显著降低(P = 0.006),由防治前的(56.05 ± 2.83)%降至防治后的(39.21 ± 2.83)% (图3-A);虫口密度也显著减少(P = 0.03),降至(0.95 ± 0.06)头·株⁻¹(图3-B)。

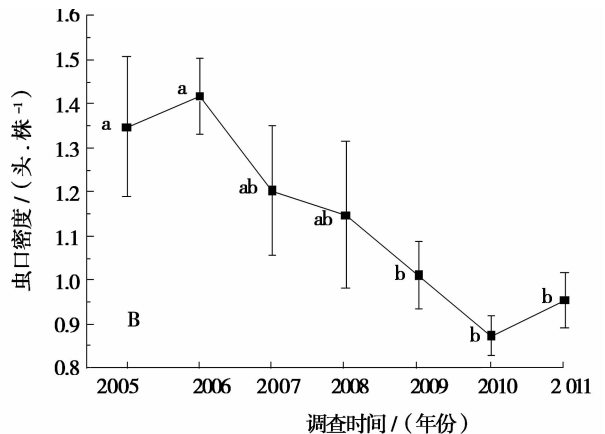
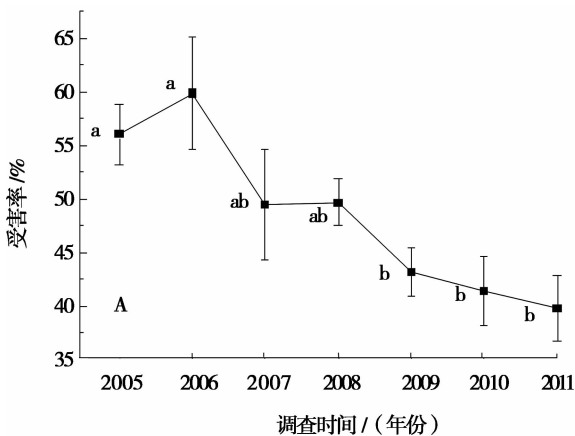
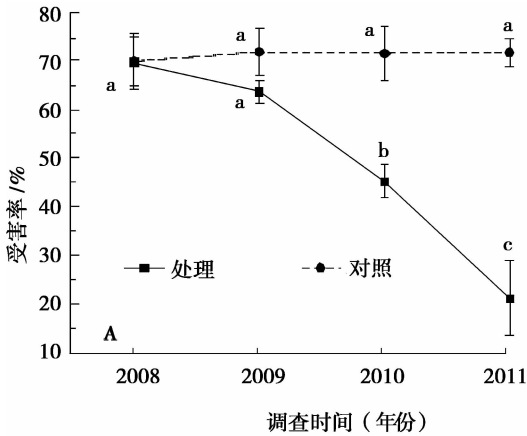


图3 黑光灯诱杀对筛胸梳爪叩甲的控制效果

2.3 药剂防治

试验结果表明:2008—2010年连续3 a的药剂防治能显著控制竹林筛胸梳爪叩甲的危害,鲜笋受害率显著降低($P < 0.001$),由防治前的($69.62 \pm$



$5.36) \%$ 降至 ($21.17 \pm 7.65) \%$, 防治效果达 ($70.11 \pm 10.99) \%$ (图 4-A); 虫口密度也由 (1.55 ± 0.22) 头 \cdot 株 $^{-1}$ 降至 (0.62 ± 0.18) 头 \cdot 株 $^{-1}$, 差异显著 ($P = 0.003$) (图 4-B)。

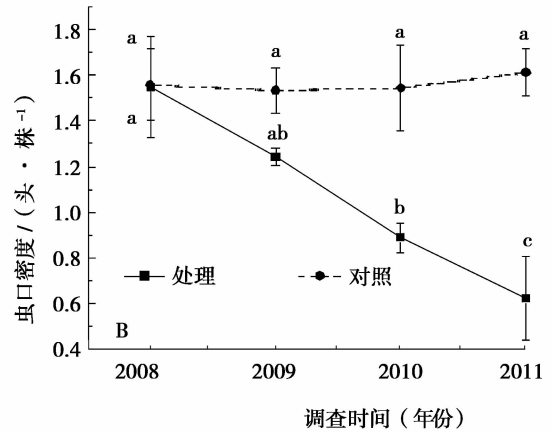


图4 药剂防治对筛胸梳爪叩甲的控制效果

3 小结与讨论

金针虫在地下活动和危害,隐蔽性强,控制难度大,其防治一直是植物保护工作的难点。筛胸梳爪叩甲是近年来在笋用林中新爆发的害虫,关于竹林金针虫的防治技术一直未有报道。通过多年的林间防治试验,作者研究了挖笋除虫、黑光灯诱杀及药剂防治方法对筛胸梳爪叩甲的防治效果,结果表明,挖笋除虫、黑光灯诱杀及药剂防治3种技术措施均能显著减轻筛胸梳爪叩甲的危害,其中以药剂防治最为有效,但各种技术措施均需持续实施2~3 a以上防治效果才明显。

翻耕、作物轮作、水淹耕地及农药拌种等技术手段是防治马铃薯及小麦金针虫(*Agriotes* spp.)的有效方法^[3, 9, 13, 17],但因竹子是多年生植物,地下茎呈网状分布,上述防治技术均不适用于竹林金针虫的防治。本研究利用笋期筛胸梳爪叩甲幼虫蛀笋危害的特点,通过挖笋将蛀入笋内的筛胸梳爪叩甲幼虫带出林地以减少虫口,结果表明:持续3 a的挖笋除虫可显著降低竹笋受害率和虫口密度;但食物源的大量清除导致筛胸梳爪叩甲幼虫向留养在竹林的种笋集中,致使种笋受害程度加剧,死亡率升高。

部分种类的叩甲成虫具有很强的趋光性,黑光灯诱杀成虫是控制金针虫危害的重要手段之一^[2, 18]。邓世雄^[19]在玉米地中利用黑光灯诱杀条纹叩甲(*A. lineatus* L.), 14 d 累计诱杀成虫 3 490

头。本研究表明:筛胸梳爪叩甲成虫出土期,单盏黑光灯可诱杀成虫 1 143 头左右,持续 3~5 a 可显著降低竹笋受害率和虫口密度,可在竹林金针虫发生区加以推广应用。

药剂防治是控制金针虫的主要手段,国内外学者开展了大量的研究工作,筛选出了氟虫腈(fipronil)、七氟菊酯(tefluthrin)、吡虫磷(imidacloprid)、辛硫磷(phoxim)及毒虫蜚(chlorpyrifos)等用于防治金针虫的化学药剂^[4, 20-21]。本研究在前期室内药剂毒力测定的基础上选用“辛硫磷+毒死蜱”作为供试药剂,经过3 a的连续应用,防治效果显著。施药90 d后土壤中2种农药的残留均在 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下,符合浙江省绿色食品生产的标准。随着对食品安全及生态安全的日益重视,对化学药剂的高效性、安全性和施药科学性的要求也越高,植物源杀虫剂(驱避剂)可能是金针虫防治药剂研发的重点。

金针虫活动隐蔽,控制难度大,仅依靠单一的防治方法难以在短期内实现金针虫的有效控制。对于竹林金针虫的防治应基于金针虫生物学、生态学及生理学等方面的系统研究,综合运用作物栽培管理、生物防治、化学防治及黑光灯、性信息素诱杀等多种控制手段,在幼虫、成虫等不同发育阶段实施综合治理,最终实现筛胸梳爪叩甲的可持续控制。

参考文献:

- [1] 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
- [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] 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
- [4] 王浩杰,刘立伟,舒金平,等. 金针虫控制技术及其研究进展[J]. *中国森林病虫*, 2008, 27(1): 27-40
- [5] 徐天森,王浩杰. 中国竹子主要害虫[M]. 北京:中国林业出版社, 2004: 26-27
- [6] 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
- [7] 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
- [8] 邓顺,舒金平,王浩杰. 筛胸梳爪叩甲幼虫寄主调查及其土壤空间分布[J]. *昆虫知识*, 2010, 47(5): 983-987
- [9] Seal D R, Chalfant R B, Hall M R. Effects of cultural practices and rotational crops on abundance of wireworms (Coleoptera: Elateridae) affecting sweet potato in Georgia [J]. *Environmental Entomology*, 1992, 21(5): 969-974
- [10] van Herk W G, Vernon R S. Effect of temperature and soil on the control of a wireworm, *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera: Elateridae) by flooding [J]. *Crop Protection*, 2006, 25(9): 1057-1061
- [11] Vernon R S. Aggregation and mortality of *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) at insecticide-treated trap crops of wheat [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2005, 98(6): 1999-2005
- [12] Chaton P E, Lemperiere G, Tissot M, *et al.* Biological traits and feeding capacity of *Agriotes larvae* (Coleoptera: Elateridae): A trial of seed coating to control larval populations with the insecticide fipronil [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2008, 90(2): 97-105
- [13] Vernon R S, van Herk W G, Clodius M, *et al.* Crop protection and mortality of *Agriotes obscurus* wireworms with blended insecticidal wheat seed treatments [J]. *Journal of Pest Science*, 2011, doi: 10.1007/s10340-011-0392-z
- [14] Iwanaga S, Kawamura F. Trapping efficacy of funnel-vane and water pan traps baited with synthetic sex pheromone of the sugarcane wireworms *Melanotus sakishimensis* Ohira and *M. okinawensis* Ohira (Coleoptera: Elateridae) [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2000, 35(2): 283-285
- [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] Arakak N, Nagayama A, Kishita M, *et al.* Influence of irradiation on dispersal ability and survival rate in the sugarcane click beetle *Melanotus okinawensis* Ohira (Coleoptera: Elateridae) [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2010, 45(2): 303-311
- [18] Furlan L. The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae). I. Adults and oviposition [J]. *Journal of Applied Entomology*, 1996, 120(5): 269-274
- [19] 邓世雄. 条纹叩头虫诱杀试验[J]. *动物利用与防治*, 1973(4): 12-13
- [20] 宋洋,王鹏,王浩杰,等. 8种杀虫剂对竹林金针虫的室内毒力测定[J]. *林业科学研究*, 2009, 22(3): 446-448
- [21] van Herk W G, Vernon R S. Categorization and numerical assessment of wireworm mobility over time following exposure to bifenthrin [J]. *Journal of Pest Science*, 2011, doi: 10.1007/s10340-011-0381-2