

3 种李树天牛识别、为害及其综合防控技术措施

黄鹏¹, 余德亿^{1*}, 姚锦爱¹, 王金明², 方大琳¹

(1. 福建省农业科学院 植物保护研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建农林大学 植物保护学院, 福建 福州 350002)

摘要: 天牛是李树的主要害虫之一, 近年发生较重, 对李树健康种植构成威胁。本文介绍星天牛、桃红颈天牛和粒肩天牛等 3 种李树天牛的识别特征和为害特点, 并从农业防治、物理防治、生物防治和化学防治等方面综合探讨其防控技术措施, 以期实现对李树天牛的无公害和可持续控制。

关键词: 李树; 天牛; 识别; 为害; 综合防控

中图分类号: S436.6; S471

文献标志码: A

文章编号: 2095-3704 (2012) 01-0097-05

Identification and Damages of Three Kinds of Longicorn as well as Their Synthetical Prevention on Plum Trees

HUANG Peng¹, YU De-yi^{1*}, YAO Jin-ai¹, WANG Jin-ming², FANG Da-lin¹

(1. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350013, China;

2. College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Longicorn was one of the main pests on plum trees. They occurred seriously in recent years and posed a threat to the healthy planting of plum trees. This paper introduced the identification features and damage characteristics of *Anoplophora chinensis*, *Aromia bungii* and *Apriona germari*, and synthetically discussed their prevention and control measures from the way of agricultural, physical, biological and chemical controls. The objective was to realize the pollution-free and sustainable controls of longicorns on plum trees.

Key words: plum tree; longicorn; identification; damage; synthetical prevention

福建位于我国东南沿海, 是芙蓉李、大红李和黑李的种植强省, 李种植面积全国第 4, 产量全国第 2^[1-2]。但这 3 种李树在种植过程中易受到星天牛 (*Anoplophora chinensis*)、桃红颈天牛 (*Aromia bungii*) 和粒肩天牛 (*Apriona germari*) 为害。3 种天牛成、幼虫均可为害李树, 成虫取食和产卵常造成断枝、枯梢、缺刻和各种刻槽; 幼虫蛀食树干或树枝常形成各种不规则蛀道, 并从蛀排粪孔排出大量粪便和木屑, 影响李树健康种植, 也影响李子品质及产量。作者在剖析 3 种李树天牛识别特征和为害特点的基础上, 从农业防治、物理防治、生物防治和化学防治等方面综合探讨其防控技术措施, 以求采用更加科学合理的手段控制该类害虫发生, 实

现对李树天牛的无公害和可持续控制。

1 3 种李树天牛识别特征

3 种李树天牛的形态特征存在明显差异。桃红颈天牛成虫头部向前倾斜, 前口式口器; 下颚须端节末端钝圆或平截; 前、中足胫节无斜沟; 中足基节窝对后侧片开放。而星天牛和粒肩天牛成虫头部额与体纵轴近乎垂直, 下口式口器; 下颚须端节末端狭圆; 前足胫节内沿具斜沟。同时, 星天牛触角柄节末端具细脊围成近半圆形的端疤, 端疤完整, 闭式; 中足胫节有斜沟; 中胸腹板凸片有瘤突。相比而言, 粒肩天牛触角柄节末端无细脊围成近半圆形的端疤, 背方具粗糙颗粒; 中足基节窝开式; 中

收稿日期: 2012-01-11

基金项目: 福建省科技计划重点项目 (2009S0128)、福建省农科教结合项目 (2011) 和福建省农科院科研项目 (B2008-9)

作者简介: 黄鹏, 男, 研究实习员, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: 375202928@qq.com; * 通信作者: 余德亿, 男, 副研究员, E-mail: yudy_2004@126.com。

胸腹板凸片无瘤突。3 种天牛各虫态识别特征的详细比较见表 1^[3-9]。

表 1 3 种李树天牛各虫态识别特征比较

虫态	星天牛	桃红颈天牛	粒肩天牛
成虫	体长 19.0~39.0 mm, 宽 6.0~13.5 mm, 漆黑色, 有时略带金属光泽, 雌虫较宽; 触角第 1、2 节黑色, 自第 3 节开始每节基部有淡蓝色毛环, 雄虫触角柄节端疤关闭式, 超过体长 4~5 节, 雌虫触角超过虫体 1~2 节; 前胸背板中瘤明显, 两侧具尖锐粗大的侧刺突; 小盾片一般不具明显的灰色毛, 有时较白, 间或杂有蓝色; 鞘翅表面具排列不整齐的 5~6 横行约 40 个白色小毛斑, 基部密生多个大小不等的颗粒状突起, 约占翅长的 1/4。	体长 28.0~37.0 mm, 宽 8.0~10.0 mm, 黑色光亮, 雄虫身体比雌虫小; 头项两眼间有深凹及浅沟, 腹面有许多横皱。触角蓝紫色或黑蓝色, 基部两侧各有一叶状突起, 雄虫触角超过体长 4~5 节, 雌虫触角超过虫体 2 节; 前胸背板背面大部分为光亮的棕红色或完全黑色, 两侧各有 1 个发达且顶端尖锐的刺突, 背面有 4 个瘤突; 雄虫前胸腹面密布刻点, 雌虫前胸腹面有许多横皱; 小盾片黑色略向下凹, 表面平滑; 鞘翅表面光滑, 具 2 条不明显纵纹。	体长 26.0~51.0 mm, 宽 8.0~16.0 mm, 黑色或黑褐色, 密被灰黄色或黄褐色绒毛, 使背面和腹面呈青棕色或棕黄色; 触角柄节端疤开放式, 第 1、2 节黑色, 自第 3 节开始每节基部约 1/3 为灰白色, 端部黑褐色, 雄虫则超出体长 2~3 节, 雌虫触角略长于体; 前胸背板前后横沟之间有不规则的横纹或横脊线, 两侧中央各有 1 个粗壮的刺突; 鞘翅基部 1/4~1/3 处密布黑色光亮的瘤状颗粒, 中缝、侧缘及端缘通常有 1 条青灰色狭边, 翅外端角及缝角均呈刺状突出。
卵	长 5.0~6.0 mm, 长椭圆形, 初产为乳白色, 后渐变为浅黄色, 孵化前为黄色或黄褐色。	长 6.0~7.0 mm, 椭圆形或长圆形, 乳白色或淡绿色, 光滑略有光泽。	长 5.0~7.0 mm, 椭圆形, 一端较细, 扁平且略弯曲, 初产乳白色, 后渐变淡褐色或黄白色。
幼虫	老熟时体长 45.0~67.0 mm, 乳白色、淡黄色或黄褐色, 圆筒形; 头大而扁, 褐色或黑褐色; 前胸背板略扁, 前端左右两边各有 1 个飞鸟形褐色或黄褐色斑纹, 后区有 1 个明显的褐色或黄褐色“凸”字形斑纹; 肛门 3 裂。	老熟时体长 42.0~50.0 mm, 黄白色, 体前半部各节呈扁长方形, 后半部稍呈圆筒形, 体两肋密生黄棕色细毛; 头小, 黑褐色或红褐色; 前胸背板前半部横列 4 小黄褐色斑块, 背面的两个各呈横长方形, 位于两侧的黄褐色斑块略呈三角形; 肛门 3 裂。	体长 60.0~80.0 mm, 乳白色, 圆筒形; 头大部分缩在前胸内, 黄褐色; 前胸特别发达, 背板骨化区近方形, 背板密生黄褐色短毛, 后半部密生赤褐色刻点, 其中夹有“小”字形凹纹或 3 对白色尖叶状凹纹; 肛门 1 横裂。
蛹	长 28.0~38.0 mm, 初孵时乳白色或淡黄色, 后逐渐变为黄褐色至黑色, 触角细长、卷曲, 翅芽超过腹部第 3 节后缘。	长 26.0~36.0 mm, 初孵时乳白色, 后渐变为黄褐色; 前胸两侧和前缘中央各有一刺突。	长 30.0~50.0 mm, 初孵时淡黄色, 后逐渐变为黄褐色至黑色; 触角后披, 末端卷曲; 翅芽达第 3 腹节; 腹部 1~6 节背面两侧各有 1 对刚毛区, 尾端轮生刚毛。

2 3 种李树天牛为害特点

3 种李树天牛的为害也存在较大差异。星天牛 1~2 年 1 代, 以幼虫在树干基部蛀道内越冬; 桃红颈天牛 2~3 年 1 代, 以幼虫在蛀道内越冬; 粒肩天牛 1 年 1 代, 以幼虫在被害枝干内越冬。3 种天牛各虫态为害特点的详细比较见表 2^[1,6-8]。

3 综合防控技术措施

李树天牛防控是一项综合治理的过程, 应引入生态调控技术理论, 在强化检疫的同时, 协调运用

农业、物理、生物和化学等各项措施, 以捕杀为主, 树木喷雾为辅, 从短期控制向持续控制转化, 最终实现李树天牛无公害和可持续控制。

3.1 农业防治

农业防治是李树天牛综合防控的基础, 可从选用抗虫品种、加强栽培管理等方面着手^[9-10]。2009 年 6 月以来, 以福建省科技特派员创业李种植示范基地的 6 个规范化栽培示范片为观测点, 发现芙蓉李、大红李和黑李对星天牛、粒肩天牛和桃红颈天牛等 3 种天牛的抗性差异较大, 大红李抗虫性最好, 黑李次之, 芙蓉李最差。故李树栽培时, 应重点选

用抗虫品种, 从根本上减轻天牛为害; 同时应加强栽培管理, 增强树体对天牛的抵抗能力。如星天牛, 主要危害李树的根颈部, 就可定期在树根颈部培土, 产卵盛期后扒去泥土, 除去卵粒和初孵幼虫再培土覆盖, 以保护树体; 在幼虫发生为害初期, 及时剪

除受害嫩枝、枯死枝、内膛密枝, 防止幼虫转入粗大枝干为害; 在李园内及附近, 不设天牛的食源植物, 或栽植一定宽度的非寄主植物作隔离带, 断绝天牛成虫的食物来源等。

表 2 3种李树天牛各虫态为害特点比较

种类	成虫和卵	幼虫和蛹
星天牛	5—6月成虫大量羽化, 羽化后在蛹室停留 4~8 d, 待身体变硬后才从圆形羽化孔出洞, 啃食李树幼嫩枝梢树皮作补充营养, 2~4 d 后才交尾, 寿命 30~60 d; 晴天多在树干或树枝上栖息、交尾和产卵, 上午活动最盛; 产卵前先用上颚在树干基部或主侧枝下部的树皮上咬一深达木质部的横沟槽, 后产卵于沟槽皮层下, 一般每一刻槽产 1 粒, 并分泌褐色胶质物封口, 产卵处表皮呈“T”形、“人”形、“L”形或“⊥”形等, 以近地面 5 cm 左右树干产卵最多。卵期 9~15 d。	6—7月初孵幼虫先在皮层和木质部之间向下蛀食, 至根颈部迂回蛀食, 形成不规则的扁平蛀道, 蛀道中充满粪便和木屑, 但不外排, 被害处会渗出胶液; 经 1~2 个月月开始蛀入木质部形成不规则虫道, 蛀至木质部 2~3 cm 或根颈部蛀食 10~15 cm 深度, 就转向上蛀, 上蛀高度不一, 蛀道加宽, 并蛀有 1~3 个排粪孔, 从中排出大量锯屑状粪便和木屑, 幼虫一生蛀道长 35~57 cm。幼虫为害到 11 月左右, 停止取食, 开始在树干基部虫道内越冬, 幼虫期约 10 个月。次年 3 月越冬幼虫开始活动, 继续在木质部钻蛀为害; 3—4 月老熟幼虫在虫道端部做长圆形蛹室化蛹。蛹期 20 d 左右。
桃红颈天牛	6—7月成虫大量羽化, 羽化后先在蛹室中停留 3~5 d 后出洞, 以雨后出洞最多, 出洞后即可交尾, 2~3 d 后产卵, 寿命约 10 d; 晴天多在树干或树枝上栖息、交尾和产卵, 中午活动最盛, 遇外界惊扰, 雄虫多数爬行躲避或坠地, 雌虫迅速飞逃; 产卵前先在主干、主枝上爬行, 以尾端频频试探树皮, 找到适合的缝隙后便将产卵于其中, 一般每次产 1 粒, 以近地面 35 cm 以内树干产卵最多。卵期 7~9 d。	6—8月初孵幼虫先在树皮蛀食, 随虫体增大逐渐蛀入韧皮部与木质部之间为害, 虫体长到 30 mm 以后蛀入木质部为害, 由上向下蛀食成弯曲不规则蛀道, 蛀道中充满粪便和木屑, 隔一定距离向外蛀成 1 个排粪孔, 排出大量红褐色锯屑状粪便和木屑, 并常伴有流胶, 有的可蛀到主根分叉处, 深达主干土面下 8~10 cm 处, 幼虫一生蛀道长 50~60 cm。幼虫 11 月开始在蛀道内越冬; 次年 3—4 月越冬幼虫开始活动, 继续在皮层下和木质部钻蛀为害; 5—6 月为害最烈。幼虫期 23~35 个月, 经过 2~3 个冬天才老熟。第 3 或第 4 年 5—6 月, 老熟幼虫先在蛀道口附近的树皮上做好羽化孔 (孔外留有一层表皮), 后在蛀道内用分泌物黏结粪便、木屑做茧化蛹。蛹室在蛀道末端, 蛹期 20~30 d。
粒肩天牛	6—7月成虫大量羽化, 羽化后于蛹室内停 5~7 d, 再咬 1 个羽化孔出洞, 啃食嫩枝树皮、嫩叶和嫩芽补充营养, 不久即开始交尾, 10~15 d 后产卵, 寿命最长可达 80 d; 多晚间活动、取食和产卵, 以早晚较盛, 有趋光性和假死性, 用木棍敲打枝干, 即惊落地面, 极易捕捉; 产卵前先将枝条的中部或基部的表皮咬成“U”形或“川”形伤口, 然后产卵于其中, 一般每处 1 粒卵, 后分泌粘液封口, 以 2~4 年生直径 10~15 mm 的枝条产卵最多。卵期 10~15 d,	7—8月初孵幼虫先向上蛀食, 后掉头沿枝干木质部一边向下蛀食, 逐渐深入心材, 如植株矮小, 下蛀可达根际; 在蛀道内开始每隔 5~6 cm 向外咬一圆形排粪孔, 排出大量粪便与木屑, 后随幼虫增长孔径逐渐扩大, 孔间距离也逐渐增长, 排出的粪便由红褐色细绳状逐渐变为锯屑状; 幼虫一生蛀道长达 2 m 左右, 蛀道内无粪便与木屑。幼虫为害至李树落叶时在被害枝干内休眠越冬, 幼虫期约 9 个月。次年 3~4 月李树萌动后越冬幼虫开始继续在枝干内为害, 5—6 月老熟幼虫沿蛀道上移, 超过 1~3 个排泄孔, 先咬雏形羽化孔, 向外达树皮边缘, 使树皮呈现臃肿或破裂, 树液外流, 后又回到蛀道内选择适当位置作蛹室化蛹。蛹期 15~25 d。

3.2 物理防治

物理防治是李树天牛防控最直接且有效的手段,可重点推荐以下3项措施。一是人工捕杀。在成虫出洞前,用三合土或水泥封闭羽化孔;在成虫盛发期及产卵之前,利用成虫不喜飞翔、行动慢,有静息枝条和假死坠地等习性,采用震落等方式捕杀,减轻成虫产卵为害;在成虫产卵期及幼虫为害期,检查树体,发现产卵痕迹和蛀孔,及时用石块或钉锤敲打,或用刀子等利器挖除虫卵和幼虫,若幼虫已钻入木质部,用尖细钢丝或铁丝从蛀孔插入,反复刺杀^[11-13]。二是树干涂白或包扎。在成虫羽化产卵之前,对主干和主枝基部用涂白剂(生石灰:硫磺:食盐:水:兽油=5:0.5:25:20:25或聚乙烯醇:石灰:水:辛硫磷:食盐=3:30:120:1:1)涂白或包扎塑料薄膜、麻袋和草绳等,减少成虫产卵,降低幼虫成活率^[14-15]。三是诱杀成虫。利用天牛成虫的趋性,在园内安装黑光灯或佳多频振式杀虫,或在园内设糖醋液(糖:醋:酒:水=1:1.5:0.5:16或酒:水:糖:醋:桃叶汁:溴氰菊酯=1:10:4:6:0.5:0.01)诱杀点,诱杀李树天牛成虫^[12-13, 16-17]。此外,还可探索利用性引诱剂和微波技术^[12, 18]。

3.3 生物防治

生物防治是李树天牛防控较安全、有效、持久的一种方法,目前可用主要天敌生物资源有:一是天敌鸟类和昆虫。大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)和星头啄木鸟(*D. canicapillus*)对天牛幼虫有较好的捕食作用;花绒寄甲(*Dastarcus longulus*)、管氏肿腿蜂(*Scleroderma guani*)和川硬皮肿腿蜂(*S. sichuanensis*)对天牛幼虫和蛹,桑天牛卵长尾啮小蜂(*Aprostocetus fukutai*)对天牛卵,均有较好的寄生效果,应加以保护利用^[11, 13, 19-20]。二是真菌和细菌。球孢白僵菌(*Beauveria bassiana*)、金龟子绿僵菌(*Metarhizium anisopliae*)、蜡蚧轮枝孢菌(*Verticillium lecanii*)、粉拟青霉(*Paecilomyces farinosus*)和褐鳞环柄菇(*Lepiota helveola*)等真菌,粘质沙雷氏菌(*Serratia marcescens*)和产碱假单胞菌(*Pseudomonas alcaligenes*)等细菌,对天牛幼虫均有较好的致病和致死力,应加以挖掘利用^[9, 13, 21-24]。三是病原线虫。斯氏线虫(*Steinernema feltiae*)和(*S. carpocapsae*)、异小杆嗜菌线虫(*Heterorhabditis bacteriophora*)等对天牛幼虫均有较好的防治效果,应加以开发利用^{[9, 11,}

13, 22, 25-27]。此外,光肩星天牛微粒子虫(*Nosenma glabripennis*)对光肩星天牛有较强的致病力,可尝试应用^[22]。

3.4 化学防治

化学防治是李树天牛防控最常用且速效性较好的方法,目前可采用的主要施药方式有:一是药物堵孔注洞、局部熏蒸或点涂蛀孔。该用法主要针对已蛀入木质部的大龄天牛幼虫,适用药剂有乐果、氧化乐果、三唑磷、马拉硫磷、溴氰菊酯、磷化锌毒签、磷化铝片剂、樟脑丸、杀螟松、敌敌畏、吡虫啉和硫酰氟等^[9, 11-12, 14]。二是树体喷药。该用法对卵、初孵幼虫和成虫具较好的防治效果,适用于卵和初孵幼虫的药剂有杀螟松、西维因、乐果、吡虫啉、啉虫脒、功夫菊酯和水胺硫磷等,适用于成虫的药剂有敌敌畏、杀螟松、溴氰菊酯、辛硫磷、锐劲特、8%绿色威雷、16%虫线清、5%溴氰菊酯微胶囊、8%氰戊菊酯微胶囊、20%杀螟松微胶囊、灭幼脲3号微胶囊和25%氯氰菊酯微胶囊等^[9-12, 28-30]。此外,在选择药剂时,应多选用安全、高效和经济的化学杀虫剂及植物源杀虫剂;同时,注意药剂轮换或交替使用,延缓高抗个体的产生。

4 小结与展望

星天牛、桃红颈天牛和粒肩天牛等3种天牛的形态特征存在明显差异,通过对它们科、属、种的特征中比较重要、突出、明显而稳定的特征进行比较,可有效鉴定成虫;但要生产中准确地识别这3种天牛,还需进一步对它们各虫态的识别特征进行比较。

3种天牛的为害特点存在较大差异,同种天牛各虫态的为害也各不相同,应根据天牛种类、虫态及其发生为害规律制定相应的防控措施。此外,还应密切关注李树天牛的转寄主现象发生,如星天牛近年来发生了寄主转移,已成为黑李上的主要新害虫,需引起高度重视,进行定点监测^[1]。

李树天牛防控是一项综合治理的过程,应引入生态调控技术理论,协调运用农业、物理、生物和化学等各项措施,从短期控制向持续控制转化,最终实现李树天牛无公害和可持续控制。农业防治是李树天牛综合防控的基础,应尽可能种植抗虫品种,做好栽培管理配套技术措施;物理防治是李树天牛防控最直接且有效的手段,现阶段应做好人工

捕杀、树干涂白或包扎、诱杀成虫等工作;生物防治对李树天牛防控较为安全、有效、持久,目前应重点保护利用好天敌鸟类和昆虫、真菌和细菌、病原线虫等主要天敌生物资源;化学防治是李树天牛防控不可缺少的措施,但应多选用安全、高效和经济的化学杀虫剂及植物源杀虫剂,可采用药物堵孔注洞、局部熏蒸、点涂蛀孔及树体喷药等喷药方式,务必做到安全、方便且实用。

参考文献:

- [1] 余德亿. 福建李树病虫害种类及综合防控技术[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2011.
- [2] 刘威生. 李无公害高效栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 2004: 1-2.
- [3] 蒋书楠, 蒲富基, 华立中. 中国经济昆虫志 第三十五册 鞘翅目 天牛科(三)[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [4] 黄邦侃. 福建昆虫志第六卷[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2002: 494-532.
- [5] 蒋书楠. 中国天牛幼虫[M]. 重庆: 重庆出版社, 1989: 12.
- [6] 冯明祥, 王国平. 桃李杏樱桃病虫害诊断与防治原色图谱[M]. 北京: 金盾出版社, 2004.
- [7] 曹子刚, 董桂芝. 桃李杏樱桃主要病虫害及其防治[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998.
- [8] 冯明祥, 窦连登. 李杏樱桃病虫害防治[M]. 北京: 金盾出版社, 1995.
- [9] 贺春玲, 叶玉彩, 陈鲜霞, 等. 桑天牛防治方法研究进展[J]. 陕西林业科技, 2005, (3): 36-40.
- [10] 崔丽丽, 吕健, 张清泉, 等. 我国果树天牛类害虫的发生及防治研究进展[J]. 广西植保, 2008, 21(2): 16-20.
- [11] 胡长效, 丁永辉, 孙科. 国内桃红颈天牛研究进展[J]. 农业与技术, 2007, 27(1): 63-67.
- [12] 程菲, 黄海荣, 孙家礼, 等. 天牛类蛀干害虫为害特性及其综合治理研究进展[J]. 湖北植保, 2009, (6): 40-42.
- [13] 谭亮魁, 王文凯, 李传仁. 中国天牛综合防治研究进展[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(2): 232-237.
- [14] 彭月英, 张强潘, 陈方景. 桃红颈天牛的发生规律及综合防治技术研究[J]. 中国园艺文摘, 2010(6): 140-141.
- [15] 李云瑞. 农业昆虫学南方本[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 279-280.
- [16] 吕印谱. 桃红颈天牛生物学特性及不同虫态防治技术研究[J]. 河南农业科学, 1995, (7): 25-27.
- [17] 刘会梅, 孙绪良, 王向军. 桑天牛研究进展[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(5): 30-33.
- [18] 乔飞, 陈京元, 桂连友, 等. 4种引诱剂监测松墨天牛成虫效果比较[J]. 2009 (1): 1-4.
- [19] 杨伟, 周祖基. 我国天牛类害虫生物防治概况[J]. 四川林业科技, 2001, 22(3): 49-53.
- [20] 杜开书, 周祖基, 杨伟. 川硬皮肿腿蜂防治柳树星天牛试验初报[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(13): 3104-3105.
- [21] 王志刚, 刘辉芳, 黄大庄, 等. 桑天牛卵啮小蜂 *Aprostocetus prolixus* 的寄生生物学研究[J]. 蚕业科学, 2003, 29(3): 217-221.
- [22] 武亚敬. 我国天牛类害虫生物防治研究进展[J]. 中国林副特产, 2010, (5): 87-90.
- [23] 蔡守平, 刘建波, 何学友, 等. 金龟子绿僵菌、球孢白僵菌不同菌株对星天牛成虫的生物测定[J]. 中国森林病虫, 2008, 27(2): 1-3, 18.
- [24] 洪娜. 褐鳞环柄菇防治桃红颈天牛[J]. 食用菌学报, 2010, 17(4): 67-69.
- [25] Yamanaka S. Field Control of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: cerambycidae) larvae by *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida)[J]. Japanese Journal of Nematology, 1994, 23(2): 71-77.
- [26] 黄金水, 林政, 高美玲, 等. 昆虫病原线虫 11 个品系对星天牛控制能力的研究[J]. 森林病虫通讯, 1997, (2): 3-5.
- [27] Razak A R, Kondo E, Ishibashi N, et al. Potential of *Steinernema carpocapsae* for biological control of two major insect pests in Malaysia [A]. Proceedings, International symposium on the use of biological control agents under integrated pest management, 1996, 86~92.
- [28] 黄艳峰. 桃红颈天牛的发生规律与防治[J]. 落叶果树, 2009 (6): 31-32.
- [29] 杨广东. 柑桔星天牛发生规律及综合防治措施[J]. 现代园艺, 2009 (9): 39-40.
- [30] 黄大庄, 张彦广, 阎浚杰, 等. 灭幼脲类杀虫剂对桑天牛成虫的作用及其机制[J]. 林业科学, 1998, 34(2): 115-120.