

不同类型诱捕器在海南白沙茶园的诱捕效果

韩露露¹, 于广威^{2,3*}, 李超¹, 韩涛³, 陈亮³, 刘明远⁴ (1.新疆农业大学农学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2.潍坊科技学院, 山东潍坊 262700; 3.海南阿罗多甘农业科技有限公司, 海南白沙 572800; 4.大连工业大学, 辽宁大连 116000)

摘要 在海南白沙五里路有机茶园和芳香村茶园对茶园斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉 3 种不同类型的害虫进行监测防控, 观察 2 种不同类型茶园不同类型诱捕器对 3 种类型茶树害虫的诱捕效果。同时探究不同类型诱捕器对茶园不同害虫诱捕效果的影响。在 2021 年 6—12 月, 在五里路有机茶园斜纹夜蛾共计发生 4 代, 甜菜夜蛾共计发生 3 代, 茶小绿叶蝉共计发生 4 代。在芳香村茶园斜纹夜蛾共计发生 5 代, 甜菜夜蛾共计发生 4 代, 茶小绿叶蝉共计发生 3 代。诱捕斜纹夜蛾时, 船形诱捕器 ($P=0.001$) > 三角形诱捕器 ($P=0.002$) > 桶形诱捕器 ($P=0.002$) 的诱捕效果; 对甜菜夜蛾诱捕时 3 种诱捕器均未出现显著差异, 说明诱捕器类型对茶园甜菜夜蛾无影响。诱捕茶小绿叶蝉时, 船形诱捕器 ($P=0.001$) > 三角形诱捕器 ($P=0.001$) > 桶形诱捕器 ($P=0.000$) 的诱捕效果。

关键词 诱捕器; 斜纹夜蛾; 甜菜夜蛾; 茶小绿叶蝉

中图分类号 S435.711 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)04-0134-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.04.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Trapping Effect of Different Traps in Baisha Tea Plantation of Hainan Province

HAN Lu-lu¹, YU Guang-wei^{2,3*}, LI Chao¹ et al (1. Agricultural College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Weifang University of Science & Technology, Weifang, Shandong 262700; 3. Hainan Alodogan Agricultural Science and Technology Limited Company, Baisha, Hainan 572800)

Abstract Monitoring and control of *Spodoptera litura* Fabricius, *Spodoptera exigua* Hiibner and *Empoasca pirusuga* Matumura were carried out in Organic Tea Garden of Wulilu and Fangxiangcun Tea Garden in Baisha County, Hainan Province, to observe the trapping effect of different traps in two different types of tea gardens on three types of tea pests. At the same time, the effect of different traps on trapping different pests in tea garden was studied. From June to December, 4 generations of *Spodoptera litura*, 3 generations of *Spodoptera exigua* and 4 generations of *Empoasca pirusuga* occurred in the Organic Tea Garden of Wulilu, 2021. There were 5 generations of *Spodoptera litura*, 4 generations of *Spodoptera exigua* and 3 generations of *Empoasca pirusuga* in Fangxiangcun tea garden. When trapping *Spodoptera litura* Fabricius: boat trap ($P=0.001$) > triangle trap ($P=0.002$) > barrel trap ($P=0.002$), there was no significant difference among the three traps, the results showed that trap type had no effect on *Spodoptera exigua* Hiibner in tea garden. When trapping *Empoasca pirusuga* Matumura, the trapping effect of boat-type trap ($P=0.001$) > triangle trap ($P=0.001$) > barrel trap ($P=0.000$) was studied.

Key words Trap; *Spodoptera litura* Fabricius; *Spodoptera exigua* Hiibner; *Empoasca pirusuga* Matumura

茶叶是我国重要农产品之一, 我国茶园面积和茶叶产量均位居世界首位。白沙黎族自治县位于海南岛中西部, 紧邻海南热带雨林国家公园, 光热充足, 降雨充沛^[1]。优良的自然条件, 在为茶树生长发育提供条件的同时, 也为害虫的滋生繁衍打下基础^[2], 虫害已成为茶叶优质高产的重要阻碍。白沙绿茶在当地流传着“一年茶, 三年药, 七年宝, 十年丹”的说法, 具有极高的消费价值。由于茶农信息滞后, 大量茶园存在滥用农药、茶园管理方式落后等问题, 造成茶叶农药残留, 茶园害虫抗药性增加, 茶园害虫优势种群不断演替, 影响茶叶的产量和质量^[3-11]。近年来, 针对茶园主要害虫的防治技术, 也逐渐由原来依赖传统农药的防治方式, 逐渐向绿色环保发展。昆虫性信息素由于其低浓高效性、专一无毒性、对生态环境友好等特点, 在实践中广泛应用于虫情监测、虫种鉴定、干扰交配等方面^[12-20]。通过对市面常见的诱芯种类, 不同诱捕器类型在田间的实际应用效果进行研究, 探究最适的诱捕器类型, 对提高茶园的生产效率、降低生产成本、高效优质发展热带茶产业具有重要意义^[21-25]。

笔者在海南省白沙黎族自治县五里路有机茶园和芳香

村茶园开展试验, 通过悬挂不同类型的诱捕器, 分别对斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉的发生情况进行动态监测, 探究更加适合茶园悬挂的诱捕器, 控制茶园害虫的滋生, 为后续茶园害虫的防治提供可行的预报预测, 促进茶园的健康绿色发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料 性诱捕器为船形诱捕器、三角形诱捕器、桶形诱捕器, 其中 3 种性诱捕器的配套关键组件均为山东青岛罗素生物技术公司产品。试验共使用 3 种诱芯, 分别为斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、茶小绿叶蝉, 均为橡皮头诱芯。其诱集对象及活性成分见表 1。

表 1 诱芯种类及其主要活性成分

Table 1 Types of attractants and their main active components

诱芯编号 Lead number	诱集对象 Entrapment object	活性成分 Active ingredient
I	斜纹夜蛾	顺-9-反-12-十四碳烯乙酸酯、顺-9-反-11-十四碳烯乙酸酯
II	甜菜夜蛾	顺-9, 反-12-十四碳二烯醇乙酸酯、顺-9-十四碳烯醇
III	茶小绿叶蝉	顺-3-己烯-1-醇、反-2-己烯醛、芳樟醇

1.2 试验设计 在 2021 年 6—12 月, 利用 3 种不同的性信息素诱捕器在白沙黎族自治县五里路有机茶园、芳香村茶园

基金项目 “科技助力经济 2020”重点专项(SQ2020YFF0404782); 中央引导地方科技发展专项资金项目(ZY2020HN12)。

作者简介 韩露露(1997—), 女, 河南平顶山人, 硕士研究生, 研究方向: 资源利用与植物保护昆虫学。* 通信作者, 教授, 博士生导师, 从事病虫害绿色防控研究。

收稿日期 2022-05-05

对斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、茶小绿叶蝉进行诱捕监测。监测内容包括不同茶园类型斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉种群动态变化;不同类型诱捕器在 2 个茶园对同一种茶树害虫的诱捕效果;相同类型诱捕器在 2 个茶园对不同茶树害虫的诱捕效果。各部分分别设置 3 个重复。

1.3 调查方法

1.3.1 试验地选择。在芳香村茶园和五里路有机茶园分别选取多块试验地。同时确保每块试验地的有效试验面积均符合要求,约为 7.439 hm²;且各个试验区域间隔大于 50 m。

1.3.2 试验点布置。在试验地选取 3 个边长为 50 m、呈正三角形的点,作为放置性诱捕器的试验点。为消除边缘效应,各试验点距试验区边缘大于 10 m。

1.3.3 诱捕器装置。三角形诱捕器(图 1),由 1 个红色三角形诱捕器、1 根铁丝、1 个黏板组成,可折叠成三脚架形状,高度 120 mm(组装后),长度 280 mm,宽度 200 mm(底部),重量 [52(1±2%)]g。外观红色可防止吸引益虫及传粉昆虫;船形诱捕器(图 2),由 1 个蓝绿色船型装置、4 个支撑悬挂架、1 个诱芯悬挂架和 1 个黏板组成。高度 27 cm×21.8 cm×14 cm;重量(120±0.5)g。外观造型呈流线型;桶形诱捕器(图 3),绿悬盖、诱虫框、诱虫框盖和悬线均为绿色,虫口盖为黄色,半透明集中桶为白色。高度 230 mm,主体直径 165 mm。顶盖大于瓶体能有效防雨防晒。不同类型诱捕器各设 3 个重复,距茶蓬面约 25 cm,数据每 7 d 记录一次。



图 1 三角形诱捕器
Fig.1 Triangle trap



图 2 船形诱捕器
Fig.2 Boat trap



图 3 桶形诱捕器
Fig.3 Barrel trap

1.4 数据分析 调查数据采用 SPSS 21.0 软件进行单因素方差分析,并采用 LSD 法进行差异显著性检验;斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉动态参数图均利用 SigmPlot 12.5 进行作图。

2 结果与分析

2.1 诱控技术监控不同茶园害虫的发生动态 2021 年 6—12 月,在五里路有机茶园斜纹夜蛾的诱虫总量有 4 个明显高峰期,分别在 7 月 11 日、8 月 22 日、9 月 26 日、11 月 7 日左右达到高峰。甜菜夜蛾的诱虫总量有 3 个明显高峰期,分别在 7 月 4 日、8 月 22 日、10 月 17 日左右达到高峰。茶小绿叶蝉的诱虫总量有 4 个明显高峰期,分别在 7 月 11 日、8 月 22 日、10 月 3 日、11 月 14 日左右达到高峰(图 4)。

2021 年 6—12 月,在芳香村茶园斜纹夜蛾的诱虫总量有 5 个明显高峰期,分别在 7 月 4 日、8 月 22 日、9 月 19 日、10 月 17 日、11 月 14 日左右达到高峰。甜菜夜蛾的诱虫总量有 4 个明显高峰期,在 7 月 11 日、8 月 29 日、10 月 17 日、11 月 21 日左右达到高峰。茶小绿叶蝉的诱虫总量有 3 个明显高峰期,分别在 7 月 18 日、9 月 12 日、11 月 14 日达到高峰(图 5)。

对上述茶园的数据进行方差分析,结果见表 2。2 种不同类型的茶园对斜纹夜蛾($P=0.519$)、甜菜夜蛾($P=0.862$)和茶小绿叶蝉($P=0.466$)的诱捕效果,均未出现显著差异。说明诱虫总量与茶园类型之间无相关性。

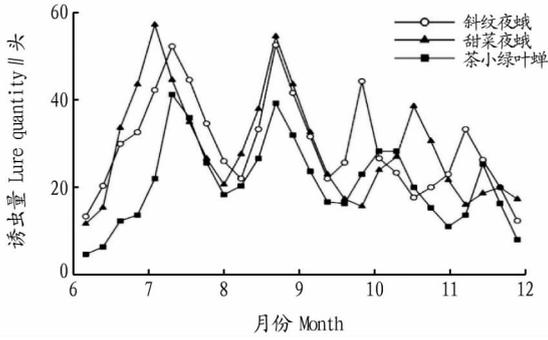


图4 五里路有机茶园斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉种群动态变化

Fig.4 Population dynamics of *Spodoptera litura* Fabricius, *Spodoptera exigua* Hiibner, *Empoasca pirsuga* Matumura in Wulilu Organic Tea Garden

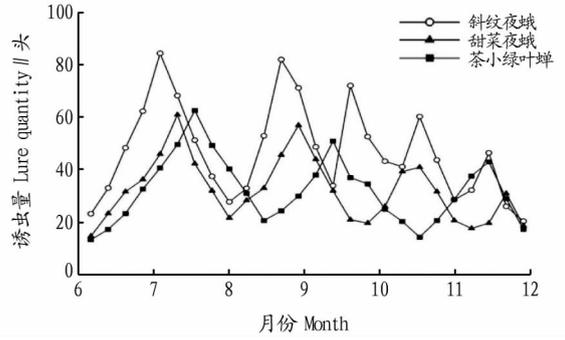


图5 芳香村茶园斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉种群动态变化

Fig.5 Population dynamics of *Spodoptera litura* Fabricius, *Spodoptera exigua* Hiibner, *Empoasca pirsuga* Matumura in Fangxiangcun Tea Garden

表2 不同茶园对斜纹夜蛾、甜菜夜蛾和茶小绿叶蝉的诱捕效果

Table 2 Trapping effects on *Spodoptera litura* Fabricius, *Spodoptera exigua* Hiibner, *Empoasca pirsuga* Matumura in different tea gardens

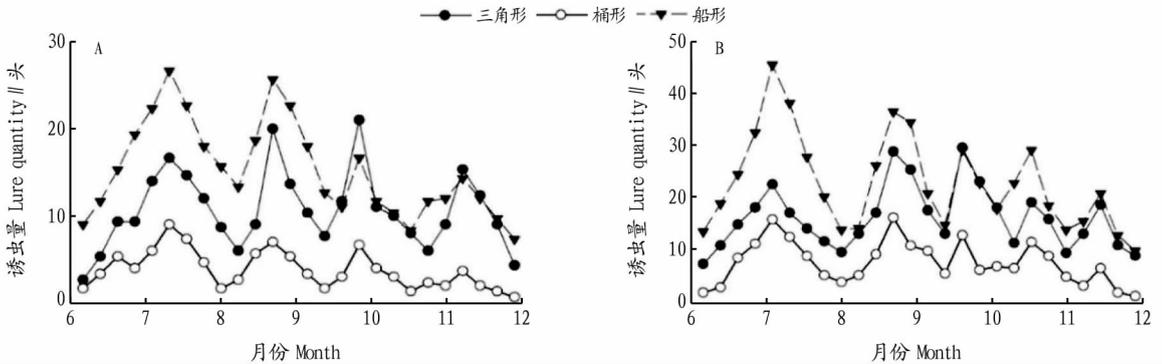
园区 Park type	斜纹夜蛾 <i>Spodoptera litura</i> Fabricius	甜菜夜蛾 <i>Spodoptera exigua</i> Hiibner	茶小绿叶蝉 <i>Empoasca pirsuga</i> Matumura
五里路有机茶园 Wulilu Organic Tea Garden	257.44±86.58 a	251.78±97.46 a	181.56±75.07 a
芳香村茶园 Fangxiangcun Tea Garden	430.33±118.61 a	278.44±106.43 a	277.33±92.41 a

注:同列相同小写字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。

Note: Same lowercase letters in the same column showed no significant difference ($P>0.05$).

2.2 不同类型诱捕器对斜纹夜蛾动态的监测结果 2021年6—12月,对斜纹夜蛾诱捕,在五里路有机茶园使用桶形诱捕器进行诱捕时,诱虫量最高为9头;在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为20头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为26头。

在芳香村茶园对斜纹夜蛾使用桶形诱捕器进行诱捕时,诱虫量最高为16头;在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为29头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为45头(图6)。



注:A为五里路有机茶园,B为芳香村茶园。

Note: A is Wulilu Organic Tea Garden, B is Fangxiangcun Tea Garden.

图6 不同类型的诱捕器对斜纹夜蛾引诱效果动态变化

Fig.6 Dynamic changes of trapping effect of different traps on *Spodoptera litura* Fabricius

对上述茶园的数据进行方差分析,结果见表3。2种不同类型的茶园对斜纹夜蛾的诱捕效果,在使用桶形诱捕器 ($P=0.002$)、三角形诱捕器 ($P=0.002$) 和船形诱捕器 ($P=0.001$) 时均出现显著差异。说明在不同茶园对斜纹夜蛾的诱虫效果,船形诱捕器的效果最好,三角形诱捕器次之,均优于桶形诱捕器的诱捕效果。且在使用不同类型诱捕器时,芳香村茶园的诱虫量均高于五里路有机茶园的诱虫量。

2.3 不同类型诱捕器对甜菜夜蛾动态的监测结果 2021年6—12月,对甜菜夜蛾诱捕,在五里路有机茶园使用桶形诱捕

器诱捕时,诱虫量最高为8头。在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为16头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为33头。在芳香村茶园使用桶形诱捕器诱捕时,诱虫量分最高为10头;在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为22头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为33头(图7)。

对上述茶园的数据进行方差分析,结果见表4。对上述茶园的数据进行方差分析,结果表明,2种不同类型的茶园对甜菜夜蛾的诱捕效果,在使用桶形诱捕器 ($P=0.093$)、三角

表 3 不同类型诱捕器在五里路有机茶园和芳香村茶园对斜纹夜蛾的诱捕效果

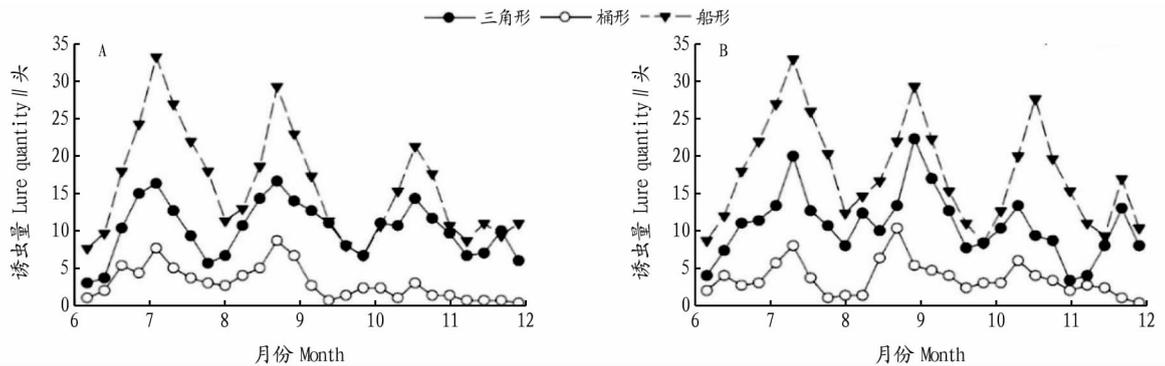
Table 3 The trapping effect of different traps on *Spodoptera litura* Fabricius in Wulilu Organic Tea Garden and Fangxiangcun Tea Garden

诱捕器形状 Shape of trap	诱虫量 Lure quantity//头	
	五里路有机茶园 Wulilu Organic Tea Garden	芳香村茶园 Fangxiangcun Tea Garden
桶形 Barrel shape	98.67±12.98 cB	201.67±4.18 cA
三角形 Triangle	277.00±12.58 bB	490.00±26.89 bA
船形 Ship type	396.67±18.77 aB	599.33±9.39 aA

注:同列不同小写字母表示同一茶园不同诱捕器种类间差异显著($P<0.05$);同行不同大写字母表示相同诱捕器种类不同茶园间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different trap species in the same majuscule ($P<0.05$); while different capital letters in the same line indicated significant difference between different plantations in the same trap species ($P<0.05$).

形诱捕器 ($P=0.259$) 和船形诱捕器 ($P=0.078$) 时均未出现显



注: A 为五里路有机茶园, B 为芳香村茶园。

Note: A is Wulilu Organic Tea Garden, B is Fangxiangcun Tea Garden.

图 7 不同类型的诱捕器对甜菜夜蛾引诱效果动态变化

Fig.7 Dynamic changes of trapping effect of different traps on *Spodoptera exigua* Hiibner

表 4 不同类型诱捕器在五里路有机茶园和芳香村茶园对甜菜夜蛾的诱捕效果

Table 4 The trapping effect of different traps on *Spodoptera exigua* Hiibner in Wulilu Organic Tea Garden and Fangxiangcun Tea Garden

诱捕器形状 Shape of trap	诱虫量 Lure quantity//头	
	五里路有机茶园 Wulilu Organic Tea Garden	芳香村茶园 Fangxiangcun Tea Garden
桶形 Barrel shape	77.33±3.84 cA	93.33±6.17 cA
三角形 Triangle	263.67±10.84 bA	280.00±6.08 bA
船形 Ship type	414.33±14.31 aA	462.00±14.29 aA

注:同列不同小写字母表示同一茶园不同诱捕器种类间差异显著($P<0.05$);同行不同大写字母表示相同诱捕器种类不同茶园间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different trap species in the same majuscule ($P<0.05$); while different capital letters in the same line indicated significant difference between different plantations in the same trap species ($P<0.05$).

2.5 不同类型诱捕器对茶园害虫诱捕效果 在五里路有机茶园和芳香村茶园,不同类型诱捕器对斜纹夜蛾、甜菜夜蛾

著差异。说明不同类型诱捕器对甜菜夜蛾在芳香村茶园和五里路有机茶园的诱捕数量和监测效果无明显影响。

2.4 不同类型诱捕器对茶小绿叶蝉动态的监测结果 2021年6—12月,对茶小绿叶蝉诱捕,在五里路有机茶园使用桶形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为3头;在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为16头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为21头;在芳香村茶园使用桶形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为10头;在使用三角形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为24头;在使用船形诱捕器诱捕时,诱虫量最高为28头(图8)。

对上述茶园数据进行方差分析,结果见表5。2种不同类型的茶园对茶小绿叶蝉的诱捕效果,在使用桶形诱捕器($P=0.000$)、三角形诱捕器($P=0.001$)和船形诱捕器($P=0.001$)时均出现显著差异。说明在对茶小绿叶蝉进行诱捕时,船形诱捕器的效果最好,三角形诱捕器次之,优于桶形诱捕器的诱捕效果,且在芳香村茶园的诱虫量均高于五里路有机茶园的诱虫量。

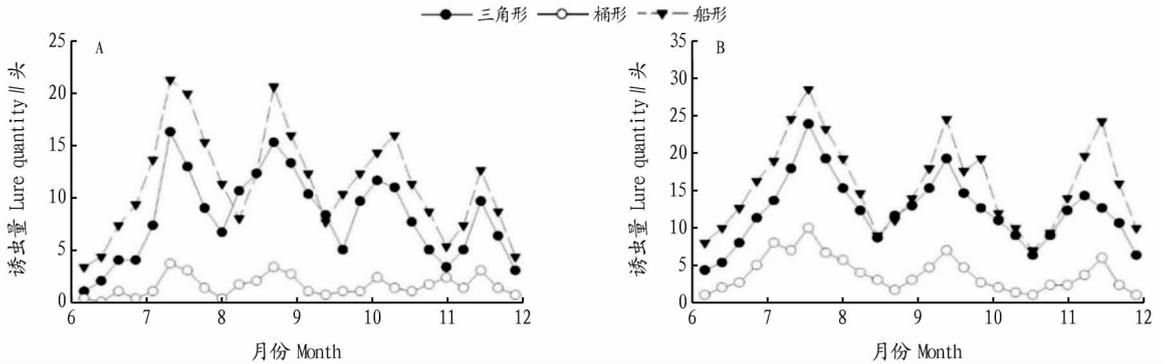
和茶小绿叶蝉的诱捕均存在显著差异($P=0.000$),说明船形诱捕器的诱捕效果最好,三角形诱捕器的诱捕效果次之,桶形诱捕器的诱捕效果较差(图9)。

3 结论与讨论

3.1 结论 6—12月在五里路有机茶园斜纹夜蛾共计发生4代,甜菜夜蛾共计发生3代,茶小绿叶蝉共计发生4代,在芳香村茶园斜纹夜蛾共计发生5代,甜菜夜蛾共计发生4代,茶小绿叶蝉共计发生3代。在使用不同类型诱捕器时,芳香村茶园的诱虫量均高于五里路有机茶园的诱虫量,船形诱捕器的诱捕效果优于三角形诱捕器和桶形诱捕器的诱捕效果。对斜纹夜蛾的诱捕过程中,船形诱捕器的诱虫量最大,三角形诱捕器和桶形诱捕器的诱虫量次之,其中使用三角形诱捕器和船形诱捕器对种群动态监测效果优于桶形诱捕器的监测效果。对甜菜夜蛾的诱捕过程中,五里路有机茶园船型诱捕器的峰值较三角形诱捕器少,在有机茶园对甜菜夜蛾进行动态监测时可优先选用三角形诱捕器,而3种诱捕器对甜菜夜蛾的诱捕未出现显著差异,说明甜菜夜蛾在2个茶园的生存能力相类似。对茶小绿叶蝉的诱捕过程中,船形诱捕器的

诱捕效果优于三角形诱捕器和桶形诱捕器的诱捕效果,在试验过程中发现五里路有机茶园茶小绿叶蝉的发生代数高于

芳香村茶园的发生代数,但诱虫量低于芳香村茶园。



注:A为五里路有机茶园,B为芳香村茶园。

Note: A is Wulilu Organic Tea Garden, B is Fangxiangcun Tea Garden.

图8 不同类型的诱捕器对茶小绿叶蝉引诱效果动态变化

Fig.8 Dynamic changes of trapping effect of different traps on *Empoasca pirusuga* Matumura

表5 不同类型诱捕器在五里路有机茶园和芳香村茶园对茶小绿叶蝉的诱捕效果

Table 5 The trapping effect of different traps on *Empoasca pirusuga* Matumura in Wulilu Organic Tea Garden and Fangxiangcun Tea Garden

诱捕器形状 Shape of trap	诱虫量 Lure quantity//头	
	五里路有机茶园 Wulilu Organic Tea Garden	芳香村茶园 Fangxiangcun Tea Garden
桶形 Barrel shape	39.33±3.71 bB	100.67±3.52 bA
三角形 Triangle	211.00±10.44 cB	318.67±6.69 cA
船形 Ship type	294.33±7.17 aB	412.67±9.49 aA

注:同列不同小写字母表示同一茶园不同诱捕器种类间差异显著($P<0.05$);同行不同大写字母表示相同诱捕器种类不同茶园间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different trap species in the same majuscule ($P<0.05$); while different capital letters in the same line indicated significant difference between different plantations in the same trap species ($P<0.05$).

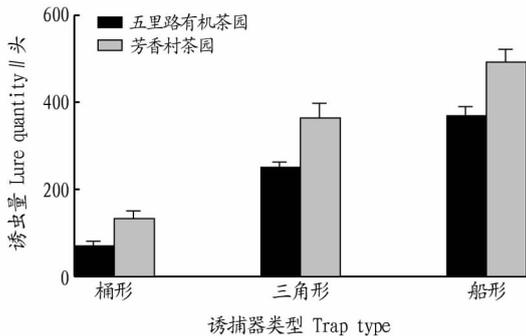


图9 不同类型的诱捕器在五里路有机茶园和芳香村茶园的诱虫量

Fig.9 Trap insects of different types of traps in Wulilu Organic Tea Garden and Fangxiangcun Tea Garden

3.2 讨论 通过在海南白沙不同类型茶园进行性诱监测,发现有机茶园的害虫发生量小于普通茶园。根据相关研究^[26-27]分析五里路有机茶园诱虫量相对较少的原因,可能是园区内生态环境良好,茶园采用蚯蚓堆肥,茶园四周杂草合

理密植,为天敌提供良好的食物来源和栖息环境,造成性诱害虫数量比芳香村茶园少。在使用不同类型诱捕器时,对斜纹夜蛾、茶小绿叶蝉的诱捕均表现出船形诱捕器的诱虫量高于三角形诱捕器的诱虫量,桶形诱捕器不仅诱捕数量最少,且出现的峰值较其他2种少。对斜纹夜蛾的诱捕效果在2个茶园出现显著差异,说明斜纹夜蛾在芳香村茶园的为害较五里路有机茶园严重。对甜菜夜蛾的诱捕效果在2个茶园均未出现显著差异,说明甜菜夜蛾在2个茶园的生存能力相类似。同时由于甜菜夜蛾性信息素会受到环境因子的影响^[28],除性信息素混合物外,环境中还大量分布着各种植物、寄主的挥发性物质,影响雌蛾的判断^[29-34]。

在一般茶园或有机茶园对斜纹夜蛾、茶小绿叶蝉的诱控,优先选用船形诱捕器,三角形诱捕器次之。且在海南10月经常遭遇台风天,带来较强的大风和降水,船形诱捕器以其自身流线设计的通风避雨的优势在茶园有较高的适配性,三角形诱捕器作为一个密闭性较高的诱捕器,在面对连续降雨时,由于通风受限,黏胶板潮湿时间过长,加之高温,会造成黏胶板返潮丧失黏性,进而导致对害虫的黏杀效果减弱。而桶形诱捕器由于悬挂的位置不当等问题,台风天会出现一定程度的积水,造成诱芯浸水,效果大打折扣。

参考文献

- [1] 胡玉贞.海南茶业产业化发展研究[D].海口:海南大学,2012.
- [2] 杨妮娜,黄大野,万鹏,等.茶树主要害虫研究进展[J].安徽农业科学,2019,47(22):1-3,30.
- [3] 赵玄,王宇磊,沈志杰,等.性信息素不同配方、剂量与诱捕器类型对引诱甜菜夜蛾效果的影响[J].环境昆虫学报,2018,40(5):968-973.
- [4] 周铁锋,杨青,毛宇骥.茶树害虫抗药性及抗性机制研究进展[J].安徽农业科学,2015,43(36):199-200.
- [5] 庄家祥,傅建伟,苏庆泉,等.福建省茶小绿叶蝉抗药性的地区差异[J].茶叶科学,2009,29(2):154-158.
- [6] 陈宗懋.茶树害虫化学生态学[M].上海:上海科学技术出版社,2013:207-208.
- [7] 罗宗秀,李兆群,蔡晓明,等.基于性信息素的茶树主要鳞翅目害虫防治技术[J].中国茶叶,2018,40(4):5-9.
- [8] 罗宗秀,蔡晓明,边磊,等.茶树害虫性信息素研究与应用进展[J].茶叶科学,2016,36(3):229-236.

(下转第143页)

参考文献

- [1] YANG Z Q, WANG X Y, ZHANG Y N. Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China [J]. *Biological control*, 2014, 68(1): 117-128.
- [2] 万方浩, 郭建英, 王德辉. 中国外来入侵生物的危害与管理对策[J]. *生物多样性*, 2002, 10(1): 119-125.
- [3] 张星耀, 骆有庆. 中国森林重大生物灾害[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 3-9.
- [4] 张星耀, 吕全, 冯益明, 等. 中国松材线虫病危险性评估及对策[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 9-12.
- [5] 彭诚, 宋鄂平, 宋太伟. 湖北恩施松材线虫病的防治现状及对策[J]. *湖北民族学院学报(自然科学版)*, 2002, 20(2): 31-33.
- [6] 理永霞, 张星耀. 松材线虫病致病机理研究进展[J]. *环境昆虫学报*, 2018, 40(2): 231-241.
- [7] 邱德文. 我国植物病害生物防治的现状与发展策略[J]. *植物保护*, 2010, 36(4): 15-18, 35.
- [8] 张宇凡, 王小艺. 星天牛生物防治研究进展[J]. *中国生物防治学报*, 2019, 35(1): 134-145.
- [9] 杨忠岐, 王小艺, 张翌楠, 等. 以生物防治为主的综合控制我国重大林木病虫害研究进展[J]. *中国生物防治学报*, 2018, 34(2): 163-183.
- [10] 徐蕾, 韦善方, 杨振德, 等. 花绒寄甲成虫饲料、诱导木覆盖物及接种比例的优化[J]. *中国植保导刊*, 2019, 39(8): 20-23.
- [11] TOGASHI K, SEKIZUKA H. Influence of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae), on longevity of its vector, *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Applied entomology and zoology*, 1982, 17(2): 160-165.
- [12] 温小遂, 廖三腊, 唐艳龙, 等. 释放花绒寄甲卵防治松褐天牛技术[J]. *林业科学*, 2017, 53(10): 133-138.
- [13] 黄焕华, 许再福, 杨忠岐, 等. 松褐天牛的重要天敌——花绒寄甲[J]. *广东林业科技*, 2003, 19(4): 76-77, 82.
- [14] 高尚坤. 利用生命表技术评价生物防治松褐天牛控制松材线虫病的效果研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2016.
- [15] 付甫永, 路纪芳, 展茂魁, 等. 云斑天牛天敌花绒寄甲成虫人工饲料的选配[J]. *湖北农业科学*, 2016, 55(22): 5839-5840.
- [16] 陈元生, 陈胜魁, 于海萍, 等. 低温处理对花斑花绒寄甲卵储藏及孵化率的影响[J]. *河南农业科学*, 2018, 47(1): 73-77.
- [17] 沈祖乐, 李翌菡, 周雅婷, 等. 天敌昆虫低温贮藏研究进展[J]. *热带作物学报*, 2017, 38(2): 374-380.
- [18] 陈鹤升, 牛黎明, 符悦冠, 等. 日本食蚜蚜小蜂低温贮藏条件研究[J]. *环境昆虫学报*, 2020, 42(3): 718-724.
- [19] KIRKPATRICK L A, FEENEY B C. A simple guide to IBM SPSS statistics for version 20.0[M]. Belmont, Calif: Wadsworth Publishing, 2012.
- [20] LEPPLA N C, FISHER W R. Total quality control in insect mass production for insect pest management[J]. *Journal of applied entomology*, 1989, 108(1/2/3/4/5): 452-461.
- [21] 曾凡荣, 徐学农, 王思东. 天敌昆虫品质控制方法[J]. *中国生物防治学报*, 2018, 34(2): 324-326.
- [22] 魏可, 张翌楠, 杨忠岐, 等. 花绒寄甲在甘肃地区越冬情况和耐寒能力调查[J]. *林业科学研究*, 2015, 28(4): 588-592.
- [23] 路纪芳, 蔡静芸, 赵斌, 等. 饲养密度和储存时间对花绒寄甲成虫存活率的影响[J]. *安徽农业科学*, 2018, 46(20): 127-128.
- [24] 姜嫻, 张翌楠, 李志强. 大麦虫作为替代寄主和人工饲料繁育花绒寄甲对其繁殖生物学的影响[J]. *中国生物防治学报*, 2021, 37(2): 209-217.
- [25] 魏建荣, 杨忠岐, 马建海, 等. 花绒寄甲研究进展[J]. *中国森林病虫*, 2007, 26(3): 23-25.
- [26] MORAG N A, KEASAR T, HARARI A, et al. Trans-generational effects of maternal rearing density on offspring development time in a parasitoid wasp[J]. *Physiological entomology*, 2011, 36(3): 294-298.
- [27] 郭婉琳. 花绒寄甲的退化规律及复壮技术研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2019.
- [28] LIU F, ZENG F. The influence of nutritional history on the functional response of *Geocoris pallidipennis* to its prey, *Myzoxenus persicae* [J]. *Bulletin of entomological research*, 2014, 104(6): 702-706.
- [24] 王春生, 赵彩霞, 袁希强. 武当山有机茶园病虫害绿色防控技术[J]. *湖北植保*, 2021(6): 50-51.
- [25] 李颖, 浦冠勤. 甜菜夜蛾性信息素研究及应用进展[J]. *北方园艺*, 2010(9): 215-218.
- [26] 邱乐, 王占娣. 斜纹夜蛾植物源性引诱剂研究进展[J]. *现代农业科技*, 2019(1): 126-127.
- [27] 崔巍, 郑永利, 姚士桐, 等. 斜纹夜蛾性信息素诱捕器田间应用技术[J]. *昆虫知识*, 2009, 46(1): 97-101.
- [28] HAFEZ M, ULLAH F, KHAN M M, et al. Metabolic-based insecticide resistance mechanism and ecofriendly approaches for controlling of beet armyworm *Spodoptera exigua*: A review[J]. *Environmental science and pollution research international*, 2022, 29(2): 1746-1762.
- [29] PENGSOOK A, THARAMAK S, KEOSAENG K, et al. Insecticidal and growth inhibitory effects of some thymol derivatives on the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and their impact on detoxification enzymes [J]. *Pest management science*, 2022, 78(2): 684-691.
- [30] 马园园, 廖敏, 庄明珠, 等. “美人茶”研究进展[J]. *茶叶学报*, 2020, 61(2): 95-99.
- [31] 甘兴旺. 茶小绿叶蝉的发生特点与综合防治方案探讨[J]. *农村实用技术*, 2020(4): 93.
- [32] KAMIMURO T, HIGASHITARUMIZU S, FUKUDA T, et al. Effects of direct or indirect treatment with insecticides on adult tea leafroller, *Caloptilia theivora* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its progeny [J]. *Applied entomology and zoology*, 2019, 54(4): 377-387.
- [33] GAO Y, ZHANG X, LU J, et al. Adoption behavior of green control techniques by family farms in China: Evidence from 676 family farms in Huang-Huai-Hai Plain [J]. *Crop protection*, 2017, 99: 76-84.
- [34] BORRERO-ECHEVERRY F, BENGTTSSON M, NAKAMUTA K, et al. Plant odor and sex pheromone are integral elements of specific mate recognition in an insect herbivore [J]. *Evolution*, 2018, 72(10): 2225-2233.

(上接第 138 页)

- [9] 陈宗懋, 万海滨, 王运浩. 喹硫磷在茶叶中的残留降解[J]. *植物保护学报*, 1986, 13(3): 205-210.
- [10] 刘光明, 黄雅俊, 陈宗懋. 茶叶中溴氟菊酯残留降解动态的研究[J]. *中国茶叶*, 1999(3): 18-19.
- [11] 林明江, 安玉兴, 管楚雄, 等. 害虫诱捕器的研究与应用进展[J]. *广东农业科学*, 2011, 38(9): 68-71.
- [12] 陈勋, 黎八保, 金刚, 等. 黏虫色板诱杀茶小绿叶蝉应用技术研究[J]. *湖北植保*, 2021(5): 19-22, 25.
- [13] 杜家纬, 石奇光. 测报和田间试验应用的诱捕器[J]. *植物保护*, 1980(5): 24-28.
- [14] 焦晓国, 宣维健, 盛承发. 性信息素在害虫测报中的应用研究进展[J]. *植物保护*, 2006, 32(6): 9-13.
- [15] 吴郁瑰. 宜宾茶园常见害虫综合治理对策探讨[J]. *中国植保导刊*, 2013, 33(6): 39-42.
- [16] 王绍梅, 宋文明. 临沧市高优生态茶园的有害生物综合治理[J]. *福建茶叶*, 2011, 33(1): 39-41.
- [17] 曾明森, 王庆森, 刘丰静. 茶园有害生物生态调控技术模式与实施方案制订探讨[J]. *茶叶科学技术*, 2013(3): 14-19, 36.
- [18] 李广斌, 刘强, 常丽. 有机生态茶园病虫害综合治理技术[C] // 吕国强, 陈战锋. 河南省植物保护研究进展II(下). 郑州: [出版者不详], 2007: 226-228.
- [19] 彭静, 孙威江, 林伟东. 茶园害虫生态调控研究进展[J]. *蚕桑茶叶通讯*, 2016(3): 27-31.
- [20] 何复梅. 昆虫性信息素的研究[J]. *昆虫天敌*, 1992, 14(4): 191-194.
- [21] 李咏玲, 韩福生, 张金桐. 昆虫性信息素研究综述[J]. *山西农业科学*, 2010, 38(6): 51-54.
- [22] 孟宪佐. 我国昆虫信息素研究与应用的进展[J]. *昆虫知识*, 2000, 37(2): 75-84.
- [23] 盛忠雷. 性信息素对茶园主要鳞翅目害虫控制的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012.