

沙棘木蠹蛾性信息素林间诱蛾活性试验

宗世祥¹ 骆有庆¹ 许志春¹ 张金桐² 成小芳² 张连生³ 梁树军³ 姚国龙⁴

(1 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室 2 山西农业大学文理学院

3 辽宁省建平县森林防护站 4 宁夏彭阳县林业局)

摘要:为比较沙棘木蠹蛾性信息素不同配方的诱集效果,该文利用人工合成的性信息素组分顺-7-十四碳烯乙酸酯(*Z*7-14:Ac)、反-3-十四碳烯乙酸酯(*E*3-14:Ac)和反-7-十四碳烯乙酸酯(*E*7-14:Ac)按照不同比例配置的4种配方进行了野外诱集试验.结果表明:4组不同配方的性信息素均具有较强的诱集效果,其中平均诱蛾量最高的达17头/诱捕器,日诱蛾量最高的为11头/d,持效期达26d.不同配方的有效诱捕距离分别达100和150m.通过比较两种不同诱捕器的野外诱集效果发现:沙棘木蠹蛾实用新型诱捕器的诱蛾效果稍差于三角形诱捕器,但其具有使用方便、易于操作、可长时间使用等特点,诱捕器的最佳悬挂高度为1m.用性信息素诱杀害虫作为一种高效、无毒、无污染的新方法为沙棘木蠹蛾的综合防治提供了一条崭新的途径.

关键词:沙棘木蠹蛾,性信息素,林间诱蛾试验,诱捕器

中图分类号:S763.42 文献标识码:A 文章编号:1000-1522(2006)06-0109-04

ZONG Shi-xiang¹; LUO You-qing¹; XU Zhi-chun¹; ZHANG Jin-tong²; CHENG Xiao-fang²; ZHANG Lian-sheng³; LIANG Shu-jun³; YAO Guo-long⁴. **Field trapping trials of sex pheromone for *Holcocerus hippophaecolus* (Lepidoptera: Cossidae).** *Journal of Beijing Forestry University* (2006) 28(6) 109-112 [Ch, 18 ref.]

¹ Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;

² College of Arts and Science, Shanxi Agricultural University, Taigu County, Shanxi Province, 030801, P. R. China;

³ Station of Forest Protection, Jianping County, Liaoning Province, 122400, P. R. China;

⁴ Forestry Bureau of Pengyang County, Ningxia Hui Autonomous Region, 756500, P. R. China.

Four sorts of sex pheromones that were mixed at different ratios with three kinds of main sex pheromone components of seabuckthorn carpenter moth: (*Z*)-7-tetradecenyl acetate (*Z*7-14:Ac), (*E*)-3-tetradecenyl acetate (*E*3-14:Ac) and (*E*)-7-tetradecenyl acetate (*E*7-14:Ac), were experimented in the field. The results showed that four kinds of pheromones all had strong, attractive effects on male moths. The largest numbers of moths trapped were 17 males per trap and 11 males per day. The most effective pheromone can last up to 26 days. The effective trapping distances of the different attractants reached 100 and 150 m respectively. Comparing the effects of the two traps to capture male carpenter moths, it is found that the new and practical trap is slightly less effective than the triangle trap, while it is convenient, easily operated and can last a long time. The best height to hang the trap is 1 m. So the application of this sex pheromone provides a new technique for the integrated control of *H. hippophaecolus* since it is highly effective, nonpoisonous and non-polluting.

Key words *Holcocerus hippophaecolus*, sex pheromone, field trapping moth trials, traps

收稿日期:2005-09-06

http://journal.bjfu.edu.cn

基金项目:水利部沙棘开发管理中心资助项目(200208).

第一作者:宗世祥,博士.主要研究方向:森林昆虫生物生态学与营林控制技术.电话:010-62337716 Email:zongsx@126.com 地址:100083 北京林业大学资源与环境学院.

责任作者:骆有庆,教授,博士生导师.主要研究方向:林木蛀干害虫与外来有害生物. Email:yqluo@bjfu.edu.cn 地址:同上.

沙棘木蠹蛾 (*Holcocerus hippophaecolus*) 是近几年在内蒙、辽宁、山西、宁夏、陕西、甘肃等地大面积暴发成灾的一种钻蛀性害虫, 主要危害沙棘 (*Hippophae rhamnoides*) 的根干部, 使其大部分被蛀空, 导致沙棘整株枯死^[1-8]. 据野外观察, 沙棘木蠹蛾成虫通常将卵产于干部树皮裂缝、伤口等处, 且从树干基部到顶部均有卵产下, 卵孵化后, 初孵幼虫先蛀食树干的韧皮部, 极少数钻蛀木质部, 且常常十几头至上百头聚集在一起危害, 待同年入冬前转移至树干基部和根部表皮下危害^[8]. 幼虫在根部危害时间长达4年, 由于其生活场所隐蔽且生活史较长, 因此利用常规的化学药剂防治很难达到预期的效果^[7]. 另外, 沙棘作为果叶兼用的生态经济型树种, 具有很高的经济利用价值, 在生产过程中使用无公害的防治技术, 应该是害虫防治策略上首先需要考虑的问题.

利用昆虫性信息素来防治害虫具有高效、无毒、无污染和不伤害天敌等优点, 因此, 国内外的许多专家学者都将性信息素的开发和应用作为防治害虫最主要的措施之一. 目前, 无论是在技术开发上, 还是在实际应用中, 均已取得了巨大进展^[9-14]. 因此, 人工性信息素的合成与利用, 必将在沙棘木蠹蛾监测和防治方面展示出十分广阔的应用前景. 方宇凌等^[15-16]曾对沙棘木蠹蛾性信息素的有效组分及其合成作了初步的研究和报道, 而有关人工合成的性信息素在野外的效果测定及其应用未见任何报道. 为此, 作者于2005年对山西农业大学与北京林业大学联合开发的沙棘木蠹蛾人工合成性信息素的有效活性组分进行了野外测定试验, 现将结果报道如下.

1 材料与方 法

1.1 诱芯和诱捕器

将沙棘木蠹蛾性信息素3种主要成分: 顺-7-十四碳烯乙酸酯 (*Z*7-14:Ac)、反-3-十四碳烯乙酸酯 (*E*3-14:Ac) 和反-7-十四碳烯乙酸酯 (*E*7-14:Ac) 按照不同的比例配置成4种配方, 以天然橡胶为载体制成小橡皮塞诱芯. 诱捕器分为两种, 一种用黑色的塑料瓦楞板制成的三角形装置 (如图1所示), 两端呈正三角形, 边长均为30 cm, 棱长40 cm, 在底面固定一张涂有粘虫胶的牛皮纸, 然后将诱芯用大头针固定在纸的中央, 以保证雄蛾扑过来时即能被胶粘住. 另外一种为沙棘木蠹蛾实用新型诱捕器 (如图2所示, 已获实用新型专利), 制作材料为白色薄铁皮, 该诱捕器能有效地捕获被诱芯吸引的沙棘木蠹蛾雄虫, 其中十字挡板和下漏斗能有效地起导向作用, 顺利地将沙棘木蠹蛾导入收集袋; 下漏斗与收集袋固定圈的结合, 使进入的成虫不能转移方向; 表面

质地不同的收集袋固定圈与收集袋的组合, 进一步防止被截获的成虫再逃逸.

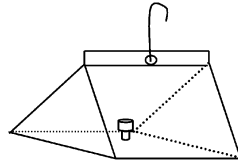


图1 三角形诱捕器
FIGURE 1 Triangle trap

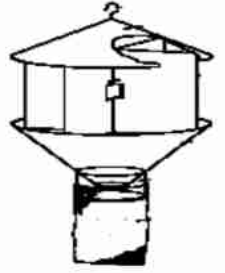


图2 实用新型诱捕器
FIGURE 2 Practical novel trap

1.2 林间试验

将诱捕器悬挂在沙棘树的侧枝上, 距离地面约1 m, 同时清除四周无用的枝条, 以保障雄虫飞入时不受任何阻挡. 诱捕器在野外的设置情况如图3所示, 林内两个诱捕器间的间隔距离为20 m, 每种诱芯设置4~6个重复, 同时设一空白诱捕器作对照; 另外, 在林缘上风处, 距离林缘50、100和150 m的地方分别设置一诱捕器, 测定有效诱芯的诱捕距离. 根据天气情况, 每隔3~5 d检查一次各诱捕器捕获的雄虫数量, 同时变换诱捕器的位置, 以减少由于林间不同地方的虫口密度不同所造成的误差, 然后, 再使用2种诱集效果较好的性信息素进行不同诱捕器捕虫效果比较试验. 整个试验在辽宁省建平县进行, 时间从2005年6月初开始至8月上旬结束.

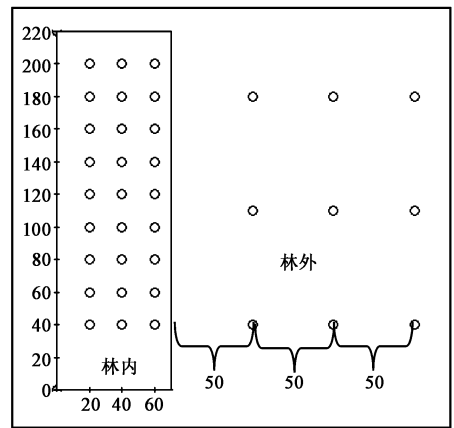


图3 野外诱捕器设置示意图
FIGURE 3 Disposal of the traps in the field

2 结果与分析

2.1 沙棘木蠹蛾性信息素野外诱集效果

分别使用4种不同的沙棘木蠹蛾性信息素配方在辽宁省建平县进行野外诱蛾效果试验, 其结果如表1所示: 4组配方均具有较好的诱蛾效果, 其中平均诱蛾量最高的达17头/诱捕器, 持效期最长的达26 d, 日诱蛾量最高的为11头/d. 比较配方1和2的诱蛾效果不难看出: 诱芯中性信息素的含量对诱蛾活性有明显

的影响,剂量为 500 μg 的诱蛾量是 1 000 μg 的 1.25 倍,这说明增加诱芯中性信息素的含量并不一定能够提高诱蛾效果,相反,会使雄蛾产生“迷向”,从而降低其诱蛾效果.在配方 2 中加入少量的 $E7-14:\text{Ac}$ 后(配方 4),诱蛾活性有所增强,但不太显著,同时,增加 3 种主要组分中 $Z7-14:\text{Ac}$ 和 $E7-14:\text{Ac}$ 的配置比例(配方 3)对诱蛾效果没有太大的影响.通过对 4 组配方所诱集的雄虫数量进行方差分析,结果为 $F = 0.351 < F_{0.05} = 3.49$,说明这 4 种配方对雄蛾的诱集数量没有显著性差异,即在野外的诱集效果基本相同.因此,在野外诱杀成虫时采用剂量为 500 μg ,组分配置为 $m(Z7-14:\text{Ac}) : m(E3-14:\text{Ac}) = 1:1$ 的性引诱剂具有较好的诱蛾效果.

表 1 沙棘木蠹蛾性信息素野外雄蛾诱集量

TABLE 1 Trapping numbers of sex attractants for *H. hippophaecolus* male moth in the field

引诱剂 配方	诱捕器编号				每诱捕器平 均诱量/头	最长持 效期/d	日最高诱 蛾量/(头·d ⁻¹)
	1	2	3	4			
1	7	22	13	7	12	9	9
2	18	15	17	8	15	23	9
3	9	25	7	28	17	14	10
4	14	12	16	20	16	26	11
对照	0	0	0	0	0	0	0

注:配方 1 为 $m(Z7-14:\text{Ac}) : m(E3-14:\text{Ac}) = 1:1$, 含量 1 000 μg ; 配方 2 为 $m(Z7-14:\text{Ac}) : m(E3-14:\text{Ac}) = 1:1$, 含量 500 μg ; 配方 3 为 $m(Z7-14:\text{Ac}) : m(E3-14:\text{Ac}) : m(E7-14:\text{Ac}) = 2:1:2$, 含量 500 μg ; 配方 4 为 $m(Z7-14:\text{Ac}) : m(E3-14:\text{Ac}) : m(E7-14:\text{Ac}) = 10:10:1$, 含量 500 μg . 下表同.

2.2 沙棘木蠹蛾性信息素的有效诱捕距离

沙棘木蠹蛾性信息素的有效诱捕距离是其开发和应用中最重要的研究内容之一,单一诱捕器所能诱集区域的大小,不仅决定了诱捕器设置时的间隔距离,而且,还决定了其在实际生产应用中的成本投入等问题.为此,作者利用这 4 组配方,分别在不同时期对其进行了有效诱捕距离试验,结果如表 2 所示.第一次试验中,距林缘 100 m 处,3 组配方均具有较好的诱集效果,其中配方 3 的诱蛾数量最多,达 25 头/诱捕器,由此可知其诱捕距离为 100 m;第二次试验中,配方 2 和 4 在距林缘 150 m 处分别诱到不同数量的雄蛾,其中配方 4 较多,由此可知其诱捕距离为 150 m.综上所述,配方 1 和 3 的有效诱捕半径均为 100 m,而配方 2 和 4 为 150 m.

表 2 沙棘木蠹蛾性信息素有效诱捕距离

TABLE 2 Effective trapping distances of sex attractants for *H. hippophaecolus*

距离/m	第一次诱集数量/头			第二次诱集数量/头	
	配方 1	配方 2	配方 3	配方 2	配方 4
50	24	21	47		
100	15	5	25	13	48
150				6	11

2.3 两种沙棘木蠹蛾诱捕器诱蛾效果比较

诱芯是决定雄虫能否被诱集最关键、最重要的因素,而诱捕器在诱蛾效果中同样起着不可忽视的作用,诱捕器的大小、形状、颜色等均会对诱蛾效果产生一定的影响.在实际应用中,设计和制作实用性强、捕虫效率高、易操作的诱捕器已经成为昆虫性信息素应用研究中比较重要的内容^[17-18].为此,作者自行研制了两种沙棘木蠹蛾诱捕器,并在同一块试验地内对其诱集效果作了初步试验,结果如表 3 所示.三角形诱捕器的平均诱蛾数量、诱芯的持效期以及日最高诱蛾数均高于实用新型诱捕器,这说明三角形诱捕器的诱蛾效果要好于实用新型诱捕器.但在实际应用中,三角形诱捕器具有很大的局限性,由于它主要靠粘虫胶来粘捕雄蛾,而诱捕器粘胶面积是有限的,当粘满雄蛾后,就无法再发挥作用,必须定期换胶;另外,被捕获的雄蛾在挣扎过程中会将翅上大部分的鳞片抖落在粘面上,降低了胶的粘蛾效果;同时,当胶面被雨水淋湿后就无法粘捕到飞来的雄蛾,只有等其晒干后才能继续使用.实用新型诱捕器则克服了三角形诱捕器的诸多缺点,它利用收集袋不但可以对雄虫起到很好的收集作用,还可以随时将诱到的雄蛾拿走,而且不受天气变化的影响.然而,有关其诱集效果,还需要进一步试验,从诱捕器的制作材料、大小等方面加以改进,来提高其诱集效果.总之,沙棘木蠹蛾实用新型诱捕器在生产应用中具有很高的推广价值.

表 3 两种捕虫器诱集效果比较

TABLE 3 Comparison of the effects of two sex attractant traps for *H. hippophaecolus* male moth

诱捕器	引诱剂 配方	诱蛾总 数/头	诱捕器 数量/个	每诱捕器 平均诱 蛾量/头	持效 期/d	日最高 诱蛾量/ (头·d ⁻¹)
实用新型	2	46	9	5	13	5
	4	90	10	9	17	4
三角形	2	40	5	8	22	8
	4	44	4	11	19	9

3 讨 论

由沙棘木蠹蛾生物学特性可知:沙棘木蠹蛾的雌雄性比约为 1:1,雄蛾有二次交尾现象,而雌蛾仅交尾一次.因此,沙棘木蠹蛾性信息素的应用,能大量地减少雄蛾的数量,使雌蛾交配的机会大大减少,从而降低下一代的种群密度,减轻其对沙棘的危害程度.另外,由于沙棘木蠹蛾生活史较长,约 4 年 1 代,且主要以幼虫危害根部,生活场所较隐蔽,再加上沙棘本身具有多刺、萌蘖能力强等特点,许多防治方法的效果都很不理想,而且在实际操作中具有较

大的困难,因而,利用其性信息素大量诱捕雄蛾,对防治沙棘木蠹蛾有良好的效果。

目前,对于沙棘木蠹蛾人工合成性信息素的实际应用研究仅仅是一个开始,大量的工作还有待于进一步进行。比如,如何选用性信息素准确地对沙棘木蠹蛾的发生情况进行预测预报;如何简化操作方法,降低应用成本;如何明确被诱集的雄蛾是已交配的雄蛾还是未交配的雄蛾,或两者兼而有之;如何明确对防治有指导作用的稳定有效距离以及诱捕量与林地虫口密度的关系;如何从制作材料、大小等方面进一步改进沙棘木蠹蛾实用新型诱捕器来提高其诱集效果等,将是我们今后重点研究的内容。

参 考 文 献

- [1] 骆有庆,路常宽,许志春. 暴发性新害虫沙棘木蠹蛾的控制技术[J]. 国际沙棘研究与开发, 2003, 1(1): 31-33.
LUO Y Q, LU C K, XU Z C. Control strategies on *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *The Global Seabuckthorn Research and Development*, 2003, 1(1): 31-33.
- [2] 骆有庆,路常宽,许志春. 林木新害虫沙棘木蠹蛾的控制策略[J]. 中国森林病虫, 2003, 22(5): 25-28.
LUO Y Q, LU C K, XU Z C. Control strategies on a new serious forest pest insect—seabuckthorn carpenterworm, *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Forest Pest and Disease*, 2003, 22(5): 25-28.
- [3] 路常宽,宗世祥,骆有庆,等. 沙棘木蠹蛾成虫行为学特征及性诱效果研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(2): 79-83.
LU C K, ZONG S X, LUO Y Q, et al. Adult behaviors and sex attraction of *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2004, 26(2): 79-83.
- [4] 宗世祥,王涛,骆有庆,等. 沙棘木蠹蛾蛹的发育起点温度和有效积温研究[J]. 国际沙棘研究与开发, 2004, 2(2): 31-34.
ZONG S X, WANG T, LUO Y Q, et al. A study on effective accumulated and developmental threshold temperature of *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *The Global Seabuckthorn Research and Development*, 2004, 2(2): 31-34.
- [5] 宗世祥,骆有庆,许志春,等. 沙棘木蠹蛾卵和幼虫空间分布的地统计学分析[J]. 生态学报, 2005, 25(4): 831-836.
ZONG S X, LUO Y Q, XU Z C, et al. Geostatistical analysis on spatial distribution of *Holcocerus hippophaecolus* eggs and larvae [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(4): 831-836.
- [6] 宗世祥,贾峰勇,许志春,等. 沙棘木蠹蛾幼虫空间分布和抽样技术研究[J]. 昆虫知识, 2004, 41(6): 552-555.
ZONG S X, JIA F Y, XU Z C, et al. A study on spatial distribution and sampling method of *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Entomological Knowledge*, 2004, 41(6): 552-555.
- [7] 贾峰勇,许志春,宗世祥,等. 沙棘木蠹蛾幼虫化学防治的研究[J]. 中国森林病虫, 2004, 23(6): 16-19.
JIA F Y, XU Z C, ZONG S X, et al. Chemical control of *Holcocerus hippophaecolus* larvae [J]. *Forest Pest and Disease*, 2004, 23(6): 16-19.
- [8] 宗世祥,贾峰勇,骆有庆,等. 沙棘木蠹蛾危害特性与种群数量的时空动态的研究[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(1): 70-74.
ZONG S X, JIA F Y, LUO Y Q, et al. Ham characteristics and population dynamics of *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2005, 27(1): 70-74.
- [9] 魏洪义,杜家纬. 淡剑袞夜蛾性信息素活性成分的鉴定和田间诱蛾研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 730-732.
WEI H Y, DU J W. Identification of active components of sex pheromone for *Sidemia depravata* and field trapping [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(5): 730-732.
- [10] 傅晓燕,孟宪佐. 槐小卷蛾性信息素活性组分的林间活性试验[J]. 北京农业科学, 1999, 17(1): 35-37.
FU X Y, MENG X Z. Sex pheromone of the female moths *Cydia trasiacis* Meyrick: Identification of an active component and field trials [J]. *Beijing Agricultural Sciences*, 1999, 17(1): 35-37.
- [11] 孟宪佐,李维维,韩艳. 槐小卷蛾性诱剂的合成与林间诱蛾活性试验[J]. 林业科学, 1996, 32(2): 150-153.
MENG X Z, LI W W, HAN Y. Synthesis and field experiments of sex attractant for Chinese locust moth, *Cydia trasiacis* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 1996, 32(2): 150-153.
- [12] 刘玉秀,韩艳,孟宪佐. 黄斑卷蛾性诱剂的合成与田间诱蛾活性试验[J]. 林业科学, 2001, 37(5): 97-99.
LIU Y X, HAN Y, MENG X Z. Synthesis and field trap tests of sex attractant for yellow tortrix *Acleris fimbriana* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2001, 37(5): 97-99.
- [13] 张金桐,孟宪佐. 小木蠹蛾性诱剂的合成与林间诱蛾活性试验[J]. 林业科学, 2001, 37(4): 71-74.
ZHANG J T, MENG X Z. Synthesis and field tests of sex attractant for *Holcocerus insuleris* Staudinger (Lepidoptera: Cossidae) [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2001, 37(4): 71-74.
- [14] 孙凡,杜家纬,陈庭华. 斜纹夜蛾在风洞中对性信息素的行为反应及田间诱捕试验[J]. 昆虫学报, 2003, 46(1): 126-130.
SUN F, DU J W, CHEN T H. The behavioral responses of *Spodoptera litura* (F.) males to the female sex pheromone in wind tunnel and field trapping tests [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2003, 46(1): 126-130.
- [15] 方宇凌,孙江华,赵成华,等. 沙棘木蠹蛾(鳞翅目:木蠹蛾科)性信息素组分鉴定及其生物活性[J]. 昆虫学报, 2003, 46(5): 665-666.
FANG Y L, SUN J H, ZHAO C H, et al. Identification of sex pheromone components of *Holcocerus hippophaecolus* (Lepidoptera: Cossidae) and their biological activities [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2003, 46(5): 665-666.
- [16] FANG Y L, SUN J H, ZHAO C H, et al. Sex pheromone components of the sandthorn carpenterworm, *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2005, 31(1): 39-48.
- [17] 盛承发,苏建伟,王红托,等. 两种性信息素诱捕器对棉铃虫雄蛾的诱捕效果比较[J]. 昆虫学报, 2002, 45(2): 271-274.
SHENG C F, SU J W, WANG H T, et al. An efficiency comparison of cone and water tray traps baited with pheromone for capturing male moths of *Helicoverpa armigera* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2002, 45(2): 271-274.
- [18] 张桂芬,阎晓华,孟宪佐. 性信息素诱捕器对槐小卷蛾雄蛾诱捕效果的影响[J]. 林业科学, 2001, 37(5): 93-96.
ZHANG G F, YAN X H, MENG X Z. Effects of the sex pheromone traps on capture of *Cydia trasiacis* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) male moth [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2001, 37(5): 93-96.