

东北师范大学生命科学学院 2012 级长白山野外综合实习报告



三种化学物质对昆虫的趋避与吸引作用

指导老师：王寅亮

小组成员：杨怀林 王文慧 刘宇宁 范学勤
 周洁忻 杜美荣

实习时间：2014 年 6 月 30 日—2014 年 7 月 11 日

中国长春

二零一四年八月

三种化学物质对昆虫的趋避与吸引作用

【摘要】研究了桂醛、邻苯二甲酸二辛脂、二甲基萘三种化学物质作为信息素对吉林省白山市抚松县露水河镇红松育苗林昆虫的趋避与吸引作用。实验结果表明,诱到的昆虫有双翅目、膜翅目、鞘翅目、同翅目、鳞翅目、直翅目、长翅目几类。通过实验组和空白对照组之间的对比得知,这其中三种试剂皆能诱到双翅目、膜翅目和同翅目的昆虫,且数量较多;桂醛和邻苯二甲酸二辛脂还能诱到少量鞘翅目的昆虫。三种试剂对昆虫引诱作用最强的是邻苯二甲酸二辛脂,其引诱到的昆虫种类和数量在三者中皆最多,其对于膜翅目昆虫的引诱作用最强,对长翅目和直翅目昆虫的趋避作用明显。诱到昆虫数量最少的是二甲基萘,其对于膜翅目昆虫的引诱作用最强,对双翅目昆虫作用不明显。而桂醛对双翅目昆虫的引诱作用最强,对膜翅目昆虫的趋避作用明显。邻苯二甲酸二辛酯对鞘翅目昆虫作用不明显,二甲基萘对鞘翅目昆虫具有趋避作用,桂醛对鞘翅目昆虫具有一定的诱导作用。

【关键词】 EAG 信息素 吸引 趋避

1、引言

早在 1832 年人们就发现了昆虫雌雄之间存在性引诱现象。20 世纪 60 年代以来,昆虫性信息素理论及应用技术均取得很大进展,许多人工合成信息化合物在害虫防治中得到应用。但这些研究的对象主要是鳞翅目昆虫,鞘翅目昆虫性信息素研究较少开展。1982 年以前,共有 9 科 21 种鞘翅目昆虫性信息素的化学结构得到鉴定。昆虫性信息素,又称性外激素,是由同种昆虫的某一性别个体的特殊分泌器官分泌于体外,能被同种异性个体的感受器所接受,并引起异性个体产生一定的行为反应或生理效应(如觅偶、定向求偶、交配等)的微量化学物质。昆虫性信息素分子从释放源到达接受者主要是通过介质空气或水传递的,其传递的方式主要有两种,一种是由于布朗运动而进行的扩散作用;另一种是由于介质流动而引起的传导作用。昆虫信息素的接收系统是昆虫的触角或感觉毛,通过周边神经系统将外界信息传递给中枢神经,从而做出相应的反应,使昆虫有效适应外部环境。利用触角电位(EAG)和单细胞记录(SCR)等方法记录昆虫的电生理活动,

极大地促进了昆虫性信息素的研究。昆虫性信息素是同种昆虫间异性相互联系进而交配的重要纽带和先决因素, 严格保证了种群内昆虫在雌雄个体之间性的联系及物种有条不紊的繁衍。触角是昆虫感受性信息素的主要器官。性信息素发达的种类, 其触角常具有显著的性二型现象, 即接受者触角较释放者发达。触角电位 (electroantennography, EAG) 是直接检测昆虫对化学信号物质反应的电生理技术 (Schneider, 1957), 能够快速检验触角对气味的反应活性和敏感性, 在化学生态中也经常使用。由于该技术的高敏感性和高选择性, 现已成为昆虫信息素及其他挥发性信息化合物生物测定的主要手段之一。

2、 材料与方法

2.1 EAG 实验

触角电位仪由荷兰 Syntech 公司的智能化数据获取控制器 IDAC-4、刺激气流控制器 (Syntech CS-55)、微动操作仪 (Syntech MN-151) Syntech 软件处理系统四部分组成。测定方法参照杜永均等 (1994)、肖春 (2000)、方宇凌等 (2002) 以及严福顺等 (2005)。刺激气流流速、持续气流均设定为 400mL/min, 刺激时间为 15 s, 两次刺激间隔 30~60 s (依浓度而定以保证触角的活性完全恢复)。将剪成长 15 cm 宽 2cm 的定性滤纸纸条折成之字形作为各溶液的载体, 测试剂量 10L。用锋利的刀片将昆虫触角从基部切下, 尖端切除少许后, 用导电胶将其横搭在电极上, 气味混合管与触角相距 1 cm。以液体石蜡为对照, 测试不同化合物时, 不同重复间样品刺激顺序不同。在测定昆虫对同种化合物、不同剂量的 EAG 反应时, 不同剂量的刺激顺序按浓度由低到高进行。各种测定每根触角重复 3 次, 共测试 20 根触角。

2.2 野外试验

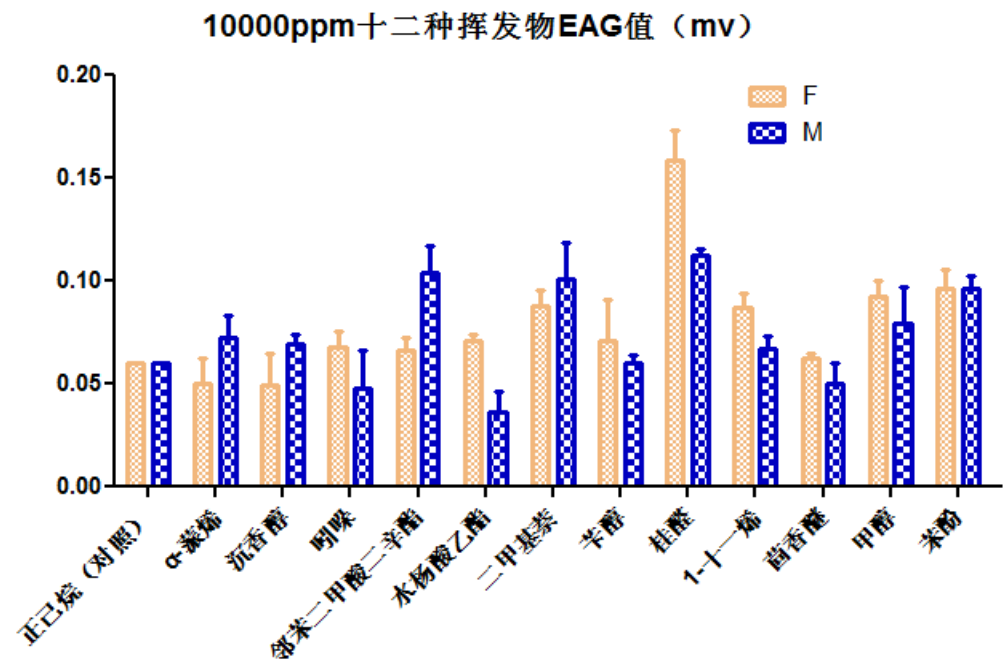
实验在吉林省白山市抚松县露水河镇红松育苗林进行。选取一列红松树, 树下平放加药的粘虫板, 每隔三棵树 (约 12 米) 下放一组粘虫板。按照三次重复依次放置 (1-1, 2-1, 3-1, 1-2... 3-3), 同时在各实验组旁边一米处放上相应空白对照 (1-1-0, 2-1-0, 3-1-0, 1-2-0... 3-3-0)。为了减少环境不同引起的实验误差, 每个重复的空白对照左右对调。用注射器将药品平均滴加在粘虫板上。

2014 年 7 月 8 日 9: 00 第一次加药 0. 4ml; 11:00 第二次加药 0. 4ml; 14:30 第三次加药 0. 4ml; 16:30 第四次加药 0. 4ml。2014 年 7 月 9 日 9:00 第五次加药 0. 2ml; 11:00 收取粘虫板并计算粘虫板上各类昆虫的数量。

3、结果

3.1 EAG 实验结果

以 EAG 技术测定鞘翅目雌、雄成虫对α - 萘烯、沉香醇、吲哚等 12 种挥发物(浓度均为 10000ppm)的敏感度，结果见图 1:



从实验结果来看，鞘翅目昆虫对桂醛、邻苯二甲酸二辛酯、二甲基萘三种挥发物的敏感度较高。这三种物质的 EAG 反应见图 2:

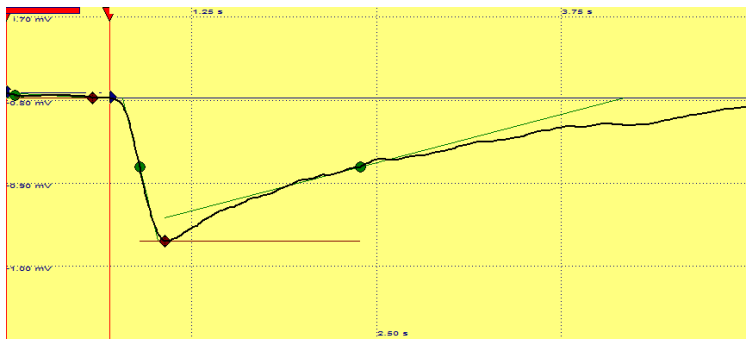


图 2-1 桂醛 10000ppm

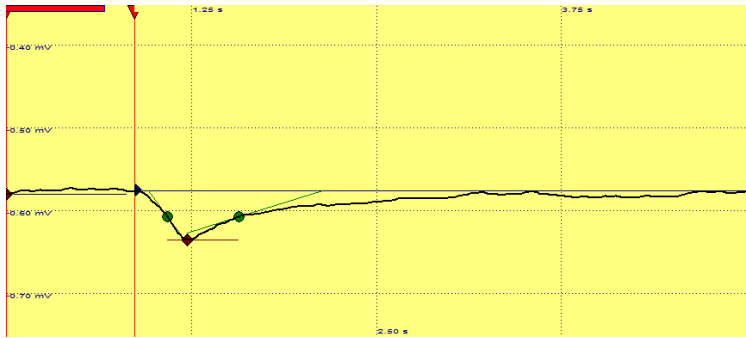


图 2-2 邻苯二甲酸二辛酯 10000ppm

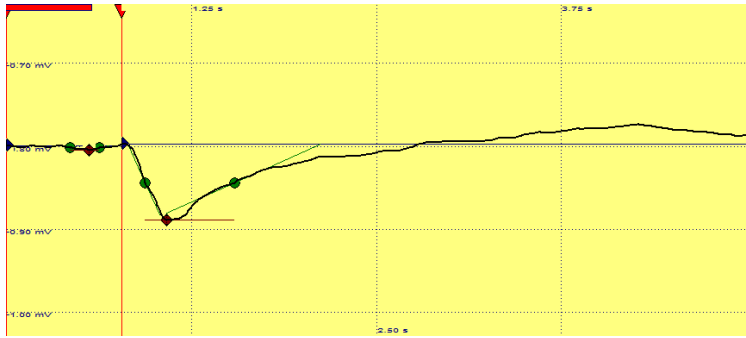


图 2-3 二甲基萘 10000ppm

3.2 野外实验结果

本实验以桂醛、邻苯二甲酸二辛酯、二甲基萘三种挥发物为诱导素，每种挥发物的实验组和对照组各三个。向粘板上分别滴加三种挥发物各 0.4ml，将其粘于树下，每实验组与对照组算作一组，每组间相隔 12m 左右。每两小时向实验组加等量的药品。本实验第一天早上 9:00 开始至第二天 11:00 结束。根据对粘板的观察与统计，实验结果如下：

表 1：二甲基萘

	实验一	对照一	实验二	对照二	实验三	对照三
双翅目	20	28	22	28	42	32
膜翅目	18	4	5	6	3	1
同翅目	—	—	—	—	1	—
鞘翅目	—	1	—	—	—	—

表 2：苯二甲酸二辛酯

	实验一	对照一	实验二	对照二	实验三	对照三
双翅目	12	38	37	48	55	48
膜翅目	12	4	5	6	10	4
同翅目	—	1	3	—	2	1
鞘翅目	5	4	2	3	—	—
鳞翅目	—	—	—	—	1	—
长翅目	—	1	—	—	—	2
直翅目	—	—	—	4	—	—

表 3：桂醛

	实验一	对照一	实验二	对照二	实验三	对照三
双翅目	23	5	24	38	56	16
膜翅目	7	9	—	4	5	13
同翅目	2	1	1	—	—	2
鞘翅目	1	—	—	—	1	—

根据实验数据计算得出平均值和标准差，prism 作图，三种信息素对昆虫的趋避与吸引作用见图 3、图 4、图 5：

二甲基萘：

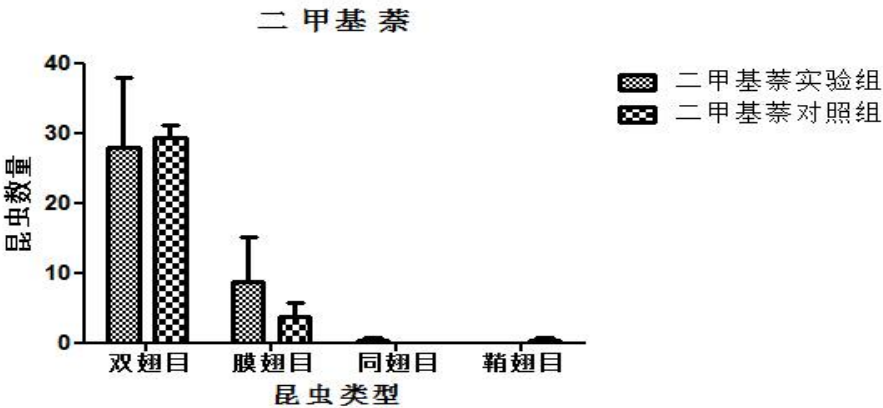
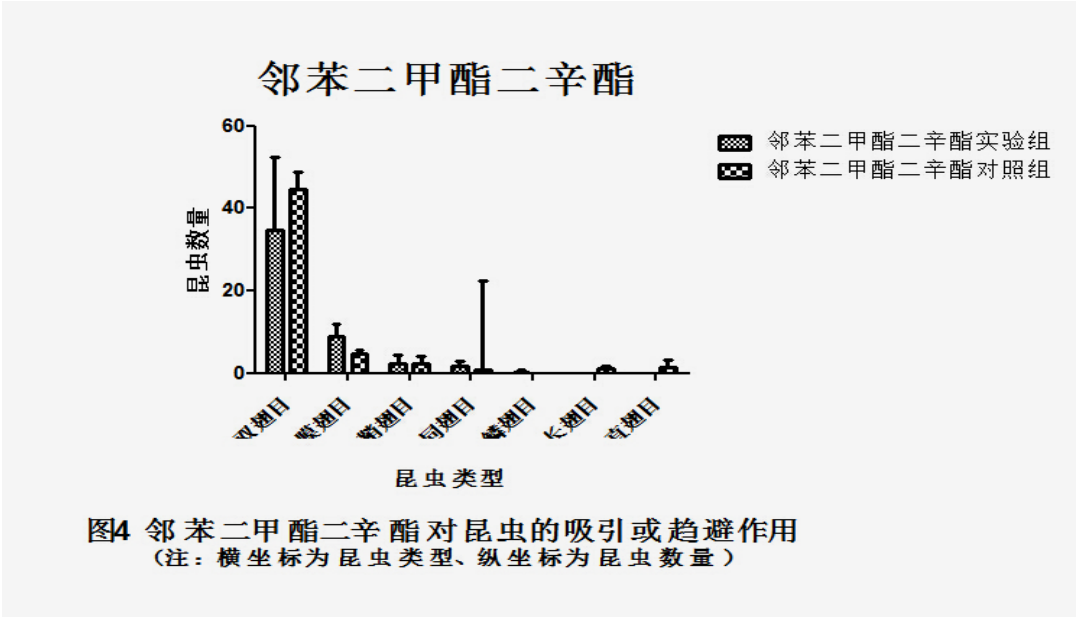
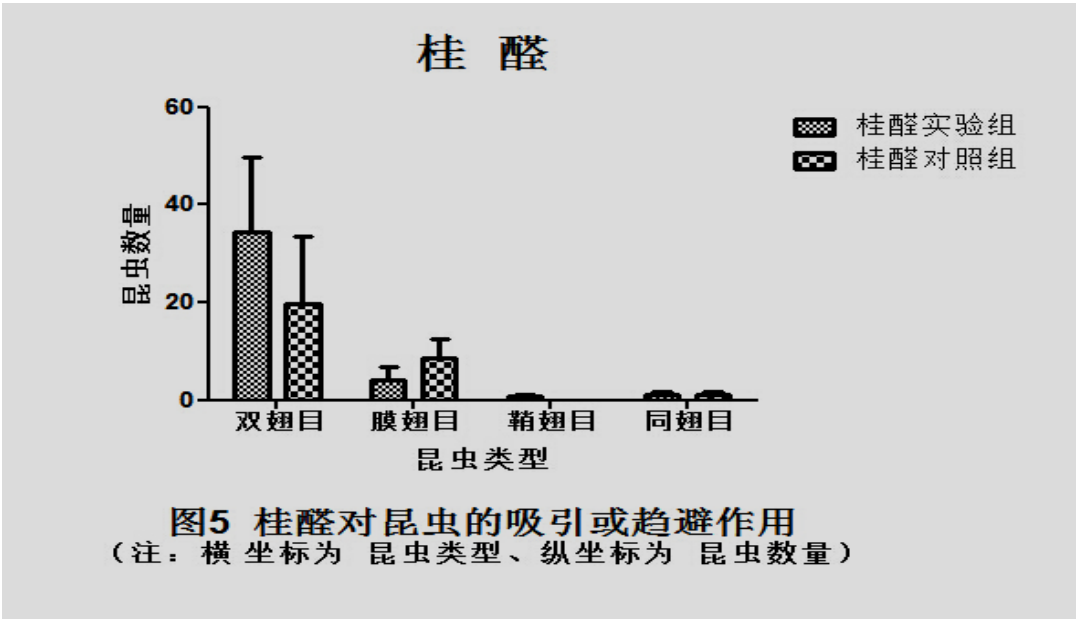


图3 二 甲基 萘对昆虫的吸引或趋避作用
(注：横坐标为昆虫类型、纵坐标为昆虫数量)

邻苯二甲酸二辛酯：



桂醛：



由图 3 可知，在以二甲基萘为诱导素的实验中，诱到的昆虫种类分别为双翅目、膜翅目、鞘翅目和同翅目。其中实验组与对照组中双翅目数量较多且基本相同，但实验组中双翅目数量波动较大；实验组中膜翅目数量较多，波动较大，对照组数量较少，波动较小；实验组中诱到少量同翅目；对照组中诱到少量鞘翅目。根据这样一个情况，说明二甲基萘对于双翅目和膜翅目的作用并不明显，对于同翅目具有引诱作用，对于鞘翅目具有趋避作用。

由图 4 可知,在以邻苯二甲酸二辛酯为诱导素的实验中,诱到的昆虫种类分别为双翅目、膜翅目、鞘翅目、同翅目、鳞翅目、直翅目和长翅目。其中实验组双翅目数量较对照组少,且数量波动较大;实验组中膜翅目数量较多,对照组较少;实验组和对照组中鞘翅目数量相同;实验组同翅目数量较对照组多;实验组中诱到少量鳞翅目;对照组中诱到少量长翅目和直翅目。据此分析,邻苯二甲酸二辛酯对膜翅目、同翅目和鳞翅目具有引诱作用,对双翅目、长翅目和直翅目具有趋避作用,对鞘翅目的作用不明显。

由图 5 可知,在以桂醛为诱导素的实验中,诱到的昆虫种类分别为双翅目、膜翅目、鞘翅目和同翅目。其中实验组双翅目数量多于对照组,且二者数量波动均较大;实验组中膜翅目数量较少,对照组较多;实验组和对照组中均诱到少量同翅目,数量相等;实验组中诱到少量鞘翅目。由此可得,桂醛对双翅目和鞘翅目具有引诱作用,对膜翅目具有趋避作用,对同翅目的作用不明显。

不同的试剂对于昆虫的引诱能力不同:本次试验所诱到双翅目最多,其次是膜翅目,除此之外,还有鞘翅目、同翅目、鳞翅目、直翅目、长翅目的昆虫。通过对数据的统计可知,诱到昆虫种类多的是邻苯二甲酸二辛酯,诱到昆虫数目最多的也是邻苯二甲酸二辛酯。诱到昆虫种类最少的是二甲基萘和桂醛,诱到昆虫数量最少的是二甲基萘。

不同的试剂对于不同昆虫的引诱或趋避作用也不同:本实验重点研究的是三种诱导素对鞘翅目的诱导或趋避作用。实验中诱到鞘翅目最多的是以邻苯二甲酸二辛酯为诱导素的实验,但是实验组和对照组鞘翅目数量相同;二甲基萘的对照组和桂醛的实验组也诱到了少量的鞘翅目。由此可知,邻苯二甲酸二辛酯对鞘翅目作用不明显,二甲基萘对鞘翅目具有趋避作用,桂醛对鞘翅具有一定的诱导作用。除此之外邻苯二甲酸二辛酯和二甲基萘对同翅目具有引诱作用,桂醛对其作用不明显。而三种诱导剂对膜翅目和双翅目的引诱或趋避作用又各不相同。

4、讨论

随着对大量施用高毒性化学杀虫剂所引起的环境污染和害虫防治负面效应认识的不断深入,科学工作者迫切需要寻找一种保护环境的有效害虫防治方法。

昆虫性信息素在害虫的综合治理方面具有极大的潜力, 在应用方面取得了不少成功的经验。目前, 昆虫性信息素主要用于害虫的预测预报、防治, 同时也可采用昆虫性信息素与其他生物农药联用法进行害虫的防治和对害虫进行检疫。昆虫性信息素具有生物活性强和专一性高的显著特点, 可灵敏地检测害虫的发生, 它能诱集早期发生的或少量的害虫, 尤其对偶发性害虫和目前尚无测报方法的害虫存在特殊价值, 可以较准确地反映害虫消长规律, 便于掌握防治时期, 在我国一些地区的某些害虫测报中已被采用。国外已鉴定了 80 余种可用于虫情测报及防治应用的昆虫性信息素, 我国也已合成了 40 多种重要害虫的昆虫性信息素, 并研制出一批适合于测报的诱捕器, 我国对 30 种不同的害虫上进行了应用性信息素预测预报和防治技术研究。昆虫性信息素作为一种灵敏可靠的监测工具, 不仅可应用于害虫预测预报, 也可以广泛应用到害虫检疫、疫区扩散范围监测中。性信息素可用于昆虫种类鉴定, 区分个别在分类上容易混淆或近似的昆虫, 并研究它们的地理分布。昆虫信息素具有专一性强、不杀害天敌、不污染环境和对生物无毒害等优势, 对食品安全并有利于保护环境, 受到国内外研究者的高度重视, 在研发新型生物杀虫剂方面具有广阔的应用和发展前景。目前世界上已鉴定并合成了一批主要农林害虫的昆虫性信息素, 有些已大面积推广应用在害虫测报和防治上, 取得了突出的经济效益和社会效益。昆虫信息素作为一种新型的环保防虫药物正逐步投入使用, 但在评价、量化信息素监控和防治效果以及开发新型信息素等方面, 还缺乏充分的参考数据。因此, 要进一步加强有关昆虫行为, 新型昆虫信息素的分离、鉴定、人工合成以及昆虫种群密度变化等基础理论研究。

参考文献

- [1] 黄翠虹, 李静静, 周琳, 闫凤鸣. 昆虫触角电位 (EAG) 及其与气谱联用 (GC-EAD) 技术 [J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(2): 579-585.
- [2] 荆小院, 张金桐. 触角电位技术在昆虫性信息素研究中的应用 [J]. 山西农业科学, 2007, 35(8): 14-16.
- [3] 田厚军, 陈艺欣, 黄玉清. 昆虫触角电位技术的研究进展 [J]. 福建农业学报, 2011, 26(5): 907-910.

- [4] 黄学军, 薛瑞德. 蚊虫触角传感器的形态与功能 [J]. 中国媒介生物学及控制, 1990, 1(6) : 386 —387.
- [5] 赵新成, 阎云花, 王睿, 等. 昆虫神经生物学研究技术: 触角电位图记录 [J]. 昆虫知识, 2004, 41 (3) : 270 —274.
- [6] 闫凤鸣. 化学生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003:161-63.
- [7] 郭线茹, 原国辉, 蒋金炜, 马继盛. 植物挥发性次生物质对昆虫触角电位反应的影响 [J]. 河南农业大学学报,
- [8] 钟平生, 李小舍, 邝灼芳, 郑明铁. 诱虫灯对蔬菜害虫的诱杀效果及对天敌的影响 [J]. 长江蔬菜 2009 年 第 1 期
- [9] 严善春, 程红杨慧, 袁红娥, 张 健, 迟德富. 青杨脊虎天牛对植物源挥发物的 EAG 和行为反应 [J]. 昆虫学报 2006 年 05 期
- [10] 黄毅, 韩宝瑜, 唐茜, 徐欢, 汪云刚. 茶尺蠖绒茧蜂对茶梢挥发物的 EAG 和行为反应 [J]. 昆虫学报 2009 年 11 期
- [11] 万树青. 生物农药及使用技术 [M]. 北京: 金盾出版社, 2003.
- [12] HULL J J, KAJIGAYA R, IMAIK, et al. The Bombyx mori sex pheromone biosynthetic pathway is not mediated by cAMP [J]. Journal of Insect Physiology, 2007, 53: 782-793.
- [13] 杜家伟. 昆虫信息素及其应用 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1988.
- [14] EVENDEN M L, GRIES R. Plasticity of male response to sex pheromone depends on physiological state in a long-lived moth [J]. Animal Behaviour, 2008, 75: 663-672.
- [15] 孟宪佐. 昆虫性信息素的应用 [J]. 生物学通报, 1997, 32 (3) : 46-47.
- [16] WANG H L, MING Q L, ZHAO C H, et al. Genetic basis of sex pheromone blend difference between *Helicoverpa armigera* (Hubner) and *Helicoverpa assulta* (Guenee) (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Journal of Insect Physiology, 2008, 54: 813-817.
- [17] JACOBSON M. 昆虫性外激素 [M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [18] RAFAEL I A. Pheromone biosynthesis activating neuropeptide (PBAN): Regulatory role and mode of action [J]. General and Comparative Endocri-

nology, 2009, 162:69-78.

[19] MATSUMOTO S, HULL J J, OHNISHIA, et al. Molecular mechanisms underlying sex pheromone production in the silkworm, *Bombyx mori*: Characterization of the molecular components involved in bombykol biosynthesis [J]. *Journal of Insect Physiology*, 2007, 53:752-759.

[20] MILLAR J G, MIDLAND S L. Synthesis of the sex pheromone of the obscure mealybug, the first example of a new class of monoterpenoids [J]. *Tetrahedron Letters*, 2007, 48:6377-6379.

[21] MORIK. Significance of chirality in pheromone science [J]. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2007, 15:7505-7523.

[22] 孟宪佐. 金龟子信息化学物质研究与应用 [J]. *化学生态学*, 1998, 16(2):41-46.

[23] STEINBREEHS R A. Functional morphology of pheromone sensitive sensilla [M] // PRESTWICH G D, BLOMQUIST J. *Pheromone biochemistry*. New York: Academic Press, 1987:353-384.

[24] CHO I K S, CHO J R, SONG J H, et al. Sex pheromone composition of the variegated cutworm, *Peridroma saucia* (Lepidoptera: Noctuidae), in Korea [J]. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 2009, 12:71-77.

[25] 郑可利, 王贵杰. 昆虫性信息素共轭二烯合成研究进展 [J]. *广州化学*, 2003, 28(1):54-57.

[26] 孟宪佐. 我国昆虫性信息素研究和应用的进展 [J]. *昆虫知识*, 2000, 37(2):75-84.

[27] 李连昌, 韩桂彪. 蛾类性信息素研究及应用 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996.

[28] CROSS J V, HALL D R, SHAW P, et al. Exploitation of the sex pheromone of apple leaf midge *Dasineura mali* Kieffer (Diptera: Cecidomyiidae): Part 2. Use of sex pheromone traps for pest monitoring [J]. *Crop Protection*, 2009, 28:128-133.

[29] CHO J R, CHO I K S, JUNG J K, et al. Development of Sex Pheromone

Trap for Monitoring *Matsumuraesia falcana* (Walshingham) (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. J Asia-Pacific Entomol, 2007, 10(4): 345-349.

[30] 赵博光. 美国加拿大利用性信息素进行森林虫害预报的研究进展[J]. 北京林业大学学报, 1996, 18(2): 90-95.