

松油烯-4-醇对几种昆虫的熏蒸毒力 及其致毒症状*

陈根强^{1,2}, 冯俊涛¹, 马志卿¹, 张 兴¹

(1 西北农林科技大学 无公害农药研究服务中心, 陕西 杨凌 712100;

2 河南科技大学 园林系, 河南 洛阳 471003)

[摘 要] 采用三角瓶熏蒸法或熏蒸盒法, 测定了松油烯-4-醇对小菜蛾、粘虫、棉铃虫的3龄幼虫及家蝇、玉米象、赤拟谷盗成虫的熏蒸毒力。结果表明, 松油烯-4-醇对不同种类昆虫的熏蒸毒力有较大差异; 对小菜蛾、粘虫、家蝇的熏蒸毒力较高, 其 LC_{50} 值分别为1.832 1, 5.347 3, 2.951 1 $\mu L/L$, 而对玉米象、赤拟谷盗、棉铃虫的熏蒸毒力较低; 不同种类试虫的症状反应有所差异, 但中毒反应过程都包括兴奋、痉挛、麻痹昏迷、死亡或复苏等几个阶段; 鳞翅目昆虫小菜蛾、粘虫和棉铃虫大量吐胃液现象明显, 家蝇有忌避和被迅速击倒现象, 中毒后部分试虫有复苏能力。

[关键词] 松油烯-4-醇; 熏蒸毒力; 致毒症状; 砂地柏精油

[中图分类号] S481+.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)07-0050-03

西北农林科技大学无公害农药研究服务中心在对砂地柏(*Sabina vulgaris* Ant.)精油的研究中, 分离得到了其主要组分——松油烯-4-醇, 初步试验表明, 其对多种昆虫表现出熏蒸毒杀活性^[1,2]。准确测定其对不同种类昆虫的熏蒸毒力, 仔细观察其致毒症状, 将为探讨其熏蒸杀虫机理及其的进一步研究、开发和应用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

松油烯-4-醇(Terpinen-4-ol), 纯度95%(北京百灵威化学公司)。

1.2 供试昆虫

粘虫(*L. eucania separata*)3龄幼虫、棉铃虫(*H. eliothis*)3龄幼虫、小菜蛾(*P. plutella*)3龄幼虫、玉米象(*S. zeamais*)成虫、赤拟谷盗(*T. castaneum*)成虫、家蝇(*M. domestica*)成虫, 均由西北农林科技大学无公害农药研究服务中心养虫室提供。

1.3 试验方法

1.3.1 三角瓶熏蒸法 松油烯-4-醇对玉米象、赤拟谷盗和家蝇成虫的熏蒸毒力测定用三角瓶熏蒸

法^[3]进行。将供试昆虫接入300 mL三角瓶中, 并将面积为7~8 cm²的滤纸条固定在大头针顶端, 大头针尖端插入瓶塞中央, 根据预试结果设置各试虫的处理剂量梯度, 由低到高依次用微量移液器向滤纸条上滴加松油烯-4-醇(对照组不加), 迅速盖上瓶塞, 每处理重复3次, 每重复用试虫10头。将三角瓶置于养虫室(培养温度(25±1)℃, 相对湿度70%~80%, 每日光照及暗培养各12 h), 24 h(家蝇4 h)后检查死亡虫数, 计算死亡率和校正死亡率, 用机率值分析法求出毒力回归方程, 对方程进行 χ^2 检验, 并求出 LC_{50} 及其95%置信限^[4]。

1.3.2 熏蒸盒法 松油烯-4-醇对粘虫、棉铃虫和小菜蛾3龄幼虫的熏蒸毒力测定用熏蒸盒法^[5]进行。在1.5 L熏蒸盒内, 沿对角线固定1根细铜丝, 将叶片、滤纸条悬挂在细铜丝上, 叶片要刚好接触到盒底。接入试虫, 根据预试结果设置的剂量梯度, 由低到高依次用微量移液器向滤纸条上滴加松油烯-4-醇(对照组不加), 迅速盖上内沿涂有均匀凡士林的盒盖。每处理3个重复, 每重复用试虫10头, 置于养虫室内(条件同上), 24 h后检查死亡虫数, 计算死亡率和校正死亡率, 求出毒力回归方程 LC_{50} 及其95%置信限^[4]。

* [收稿日期] 2003-12-22

[基金项目] 国家自然科学基金项目(39970506); 国家863计划项目(2001AA246016); 国家“十五”科技攻关项目(2002BA516A04)

[作者简介] 陈根强(1968-), 男, 河南洛阳人, 在读博士, 主要从事植物保护学及农药学研究。

[通讯作者] 张 兴(1952-), 男, 陕西周至人, 教授, 博士生导师, 主要从事农药学与植物保护学研究。

1.3.3 致毒症状观察 结合熏蒸毒力测定, 观察记录试虫在各剂量处理下的中毒症状, 并对试虫 LC_{95} 剂量处理下的中毒症状作对比观察。

2 结果与分析

2.1 松油烯-4-醇对几种试虫的熏蒸毒力

熏蒸毒力测定结果(表 1)表明, 松油烯-4-醇对

几种试虫的熏蒸毒力差异较大。对小菜蛾、粘虫、家蝇表现出较高的熏蒸活性, LC_{50} 值分别为 1.832 1, 5.347 3, 2.951 1 $\mu L/L$, 而对棉铃虫、玉米象、赤拟谷盗的熏蒸毒力相对较低, 以松油烯-4-醇对赤拟谷盗的毒力指数为 1, 则其对小菜蛾、粘虫、家蝇的相对毒力指数分别为 74.50, 25.53, 46.25。可见, 松油烯-4-醇对不同种类昆虫表现出明显的选择性。

表 1 松油烯-4-醇对几种试虫熏蒸毒力的测定结果

Table 1 Evaluation of fumigation toxicity of terpinen-4-ol to several insects

试虫 Insects tested	LD-P 线 LD-P line ($y = a + bx$)	$LC_{50}/$ ($\mu L \cdot L^{-1}$)	相对毒力指数 Index of relative toxicity	LC_{50} 标准误 Standard error	LC_{50} 置信限/ 90% 置信限/ ($\mu L \cdot L^{-1}$) LC_{50} 90% FL	χ^2
小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i>	$y = 4.3836 + 2.3441x$	1.832 1	74.50	0.049 3	1.482 3~2.264 3	3.740 5
粘虫 <i>L. eucania separata</i>	$y = -1.212 + 8.2694x$	5.347 3	25.53	0.018 0	5.034 2~5.679 9	0.678 0
家蝇 <i>M. domestica</i>	$y = 0.6517 + 9.2520x$	2.951 1	46.25	0.025 3	2.796 6~3.114 1	1.488 6
棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i>	$y = -4.5247 + 5.7159x$	46.380 1	2.95	0.010 7	42.804 3~50.254 6	2.659 6
玉米象 <i>Sitophilus zeamais</i>	$y = -4.0377 + 6.2473x$	27.966 8	4.88	0.013 9	27.052 5~28.880 1	1.091 0
赤拟谷盗 <i>Tribolium castaneum</i>	$y = -7.9335 + 6.0575x$	136.495 7	1	0.014 7	127.234 0~145.858 5	1.689 3

注: 家蝇为 4 h 测定结果, 其他皆为 24 h 测定结果。
Note: The treated time of *M. domestica* is 4 h, the others are 24 h.

2.2 松油烯-4-醇对几种试虫的致毒症状

结合熏蒸毒力测定, 观察了几种试虫在各剂量处理下的中毒症状。结果表明, 在各种处理剂量下, 试虫中毒症状出现的快慢有一定差异, 但中毒过程及症状表现一致。各试虫在 LC_{95} 剂量处理下的中毒症状为:

(1) 粘虫 处理初期试虫急速四处爬行, 对刺激反应强烈, 持续约 15 min, 体表有明显水迹; 之后爬行减少, 头勾向胸部, 头顶触盒底, 胸部拱起, 静止约 10 min, 接着头胸部极度向上抬起, 左右摆动, 口器持续一张一合, 并以口器磨擦胸足, 体表失水量也明显增加, 状如水浸; 爬行不稳, 蜿蜒扭曲爬行或倒行, 后侧卧或仰卧, 虫体极度扭曲, 足、口器极度伸张, 活动减弱, 抽搐、瘫软。偶有抬头, 微微蠕动或扭动, 进入昏迷状态; 之后完全不动, 触之无任何反应, 极度瘫软, 若以挑针从虫体中部挑起, 则头胸部、腹末完全自然下垂并重叠。若此时解除熏蒸, 约 1 h 后, 试虫又微微扭动, 恢复知觉, 2 h 后, 能和对照试虫一样正常俯卧, 但活动很少, 其中 20%~30% 的试虫虫体明显缩短, 不及对照试虫体长的 1/2, 这部分试虫即使给予正常的食物也不再取食, 至 2~3 d 后死亡, 死亡虫体极度皱缩, 不及对照虫体长度的 1/4。若继续保持熏蒸, 高剂量处理的试虫全部死亡, 虫体皱缩, 不及正常虫体长的 1/3, 而 LC_{50} 剂量处理下的

试虫仍有 40%~50% 能够恢复正常。
(2) 棉铃虫 中毒过程及症状表现与粘虫类似, 明显表现为兴奋、痉挛、昏迷、死亡或复苏几个阶段, 伴有大量吐胃液和体表失水现象。
(3) 小菜蛾 处理后约 10 min 试虫开始急速后退, 剧烈翻滚、扭曲、吐水; 约 45 min 后活动减少, 偶有蠕动, 约 20 h 后死亡; 虫体有明显失水现象。
(4) 赤拟谷盗 处理后试虫很快表现出兴奋症状, 四处急速爬行, 持续约 40 min; 之后爬行不稳, 爬行速度减缓, 足抬高, 体躯摇晃, 触瓶壁后极易呈仰卧状态, 难以翻身, 或足高频爬动, 但不能前行, 部分试虫头勾向胸部, 以头触瓶底, 向后倒行; 活动逐渐减少, 侧卧或仰卧, 足伸长震颤; 约 20 h 后死亡, 足伸展, 侧卧或仰卧, 生殖器外露, 体表有失水现象。
(5) 玉米象 中毒过程及症状表现与赤拟谷盗相似。

(6) 家蝇 处理后即表现兴奋症状, 快速四处飞行或爬行; 有明显忌避反应, 飞行靠近沾药滤纸片时即迅速远离; 约 20 min 后麻痹昏倒, 部分试虫仰卧且贴瓶底旋转飞动, 翻身后能振翅但不能飞行; 约 30 min 后, 全部试虫不再活动, 若晃动三角瓶, 少数试虫可振翅, 约 1 h 后死亡。试虫有明显的复苏现象。在 1 $\mu L/L$ 剂量下, 约 40 min 后全部昏迷倒地, 2 h 后, 90% 的试虫又开始活动, 其中 50% 的试虫活

动自如正常,其他虽仰卧,但足、翅又开始活动。3 及 5 $\mu\text{L/L}$ 处理的击倒时间约为 30 min,虫体完全不动,但此时若解除熏蒸,2 h 后也有 90% 的试虫复苏,足翅活动企图飞翔。

3 结论与讨论

3.1 松油烯-4-醇对不同种类昆虫有选择性

松油烯-4-醇对鳞翅目昆虫小菜蛾、粘虫及双翅目昆虫家蝇有较高的熏蒸毒力,而对鞘翅目昆虫玉米象和赤拟谷盗的熏蒸毒力较低,可见其对不同种类昆虫有选择性。进一步测定其对不同种类昆虫的熏蒸毒力,明确其杀虫谱,并探讨选择性产生的机理,可为确定其防治对象和开发应用提供依据。

3.2 松油烯-4-醇的致毒症状及致毒机理探讨

总的来看,松油烯-4-醇对昆虫的致毒症状有以下几个特点:中毒反应过程都包括兴奋、痉挛、麻痹昏迷、死亡或复苏等几个阶段;不同种类试虫的症状反应有所差异,鳞翅目昆虫小菜蛾、粘虫和棉铃虫大量吐胃液现象明显,家蝇有忌避和被迅速击倒现象,中毒后部分试虫有复苏能力。从试虫症状表现及症状反应过程来看,松油烯-4-醇的作用机制可能类似于 DDT 及拟除虫菊酯类杀虫剂。一般来说,比较快的中毒死亡大都为药物对中枢神经的作用结果,神经传递一旦被阻断或干扰,机体就会迅速作出反应,因而昆虫能以极快的速度表现出中毒症状^[6]。松油

烯-4-醇处理试虫的中毒症状出现很快,有兴奋、痉挛、昏迷等典型的神经毒剂所引发的症状反应,可以初步认为,松油烯-4-醇对昆虫的影响可能与神经活动有关,甚至可能是神经毒剂,但有待于进一步深入探讨。

水分的丧失是导致试虫死亡的因素之一。症状学观察表明,在试虫昏迷后解除熏蒸,失水较多、虫体明显皱缩的试虫虽也能复苏,但不能正常生活,最终缓慢死亡;而失水较少、虫体未明显皱缩的试虫则可以恢复正常。松油烯-4-醇导致试虫大量吐水及体表失水,是作用于神经系统的延续效应还是其他原因,值得深入研究。

3.3 松油烯-4-醇有望开发为优良的熏蒸剂

松油烯-4-醇对鳞翅目、双翅目的一些常见重要害虫表现出很高的熏蒸毒力,且具有宜人的气味和环境友好性^[7],用其熏蒸防治相对密闭条件下的害虫,有其他方法难以达到的良好防效,而且省工、省时,同时还兼有防霉杀菌的作用^[8,9],因而可广泛应用于农林、园艺、动植物检疫、家庭卫生及各种贮藏物的害虫防治,也可利用其对家蝇等卫生害虫的忌避活性,开发避蚊油、驱虫霜,用于驱避卫生害虫,保护衣物、图书档案、家具等贵重物品。因此,对松油烯-4-醇进行深入全面的研究,有望开发出优良的熏蒸剂。

[参考文献]

- [1] 魏红梅 几种植物精油的熏蒸杀虫作用及其活性成分研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2000
- [2] 陈根强 砂地柏精油主成分松油烯-4-醇杀虫作用研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2001
- [3] 侯华民 植物精油的杀虫活性及熏蒸机理的研究[D]. 陕西杨凌:西北农业大学,1997
- [4] 慕立义 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1997
- [5] 高聪芬 砂地柏精油熏蒸杀虫作用研究[D]. 陕西杨凌:西北农业大学,1996
- [6] 冷欣夫,唐振华,王荫长 杀虫剂分子毒理学及昆虫抗药性[M]. 北京:中国农业出版社,1996
- [7] Bessette SM, Beigler M A. Ecologically-safe insecticides and acaricides America: WO 1998-U S7939, 1998-04-23
- [8] Prudent D, Perez C, Agnese A M. Chemical analysis, bacteriostatic and fungistatic properties of the essential oil of the atoumau from Martinique[J]. Jeor, 1993, 5(3): 255- 264
- [9] Takekawa H, Takahashi T, Nishida N. Mothproofing and antifungal agents containing empenanthrin and monoterpeneoids[P]. Japan: 96-13736022, 1996-04-22

(下转第 56 页)

- [6] Luig N H. A high reversion rate for yellow urediospore color in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* [J]. *Phytopathology* J, 1967, 57: 1091-1093
- [7] Statler G D. Mutations affecting virulence in *Puccinia recondite* [J]. *Phytopathology* J, 1985, 75: 565- 567.
- [8] Watson I A. changes in virulence and population shifts in plant pathogens [J]. *Ann Rev Phytopathology* J, 1970, 8: 209- 230
- [9] Teo C E, Baker P. Mutants of *Puccinia graminis avenae* induced by Ethyl Methane Sulphonate [J]. *Nature* J, 1966, 2(207): 632- 633
- [10] Teo C E, Baker P M. Mutagenic effects of ethyl methane sulphonate on the oat stem rust pathogen (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*) [J]. *Proc Linn Soc N S W*, 1975, 99: 166- 173
- [11] 章名春. 工业微生物诱变育种 [M]. 北京: 科学出版社, 1984
- [12] 祝丽英, 池书敏. 甲基磺酸乙酯 (EMS) 在创造玉米新种质中的应用 [J]. *玉米科学*, 2001, 9 (3): 14- 17.

Influence of chemical mutagen ethyl methyl sulfonate (EMS) on germination rate of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* West)

WANG Guo-fen, JING Jin-xue, WANG Me-nan, WANG Yang

(College of Plant Protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Three pH value of phosphate buffer, four concentrations of EMS solution, and six treatments at different time were used to optimize mutagenic condition of wheat stripe rust urediospore. The results showed that when the pH value was 7.0 in the normal temperature conditions, and urediospores of CY27 disposed for 6-8 minutes with 0.03 mol/L EMS solution, the mortality has reached 83.6% to 85.8%. This result fitted with the selection standards of the optimum mutagenic dose of the microbe chemical mutagenesis. Different rust physiological race has the different sensitivity to the EMS solution. The survival ability of low virulence races were stronger than that of the high virulence in *in vitro* condition.

Key words: chemical mutagen; EMS; mutagenic condition; *Puccinia striiformis* West; urediospores germination

(上接第 52 页)

Fumigation effect and symptom of terpinen-4-ol against several insects

CHEN Gen-qiang^{1,2}, FENG Jun-tao¹, MA Zhi-qing¹, ZHANG Xing¹

(1 Bio-rational Pesticide Research and Development Center, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Horticulture and Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China)

Abstract: The fumigation effect of terpinen-4-ol is very effective against many kinds of insects. To 3rd-instar larvae of *Plutella xylostella*, *Leucania separata* and *Helicoverpa armigera*, LC_{50} was 1.832 1, 5.347 3, 46.380 1 $\mu\text{L/L}$, respectively. To the adults of *Musca domestica*, *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*, LC_{50} was 2.951 1, 27.968 8 and 136.497 5 $\mu\text{L/L}$, respectively. Symptom was characterized by a definite sequence of events, starting with excitation, convulsion, paralysis, and death. But some insects in paralysis could recover at a lower dose.

Key words: terpinen-4-ol; fumigation effect; symptom; *Sabina vulgaris* Ant essential oil