



6种植物源化学挥发物对长白山地区昆虫类群的行为学功能研究

作者：周东浩 尹思琪 李首智 高扬 王宁 张鑫鑫 赵东月

组别：动物六组

指导老师：王寅亮

摘要

植物源挥发物由植物地上部分表面散发的多种微浓度的挥发性次生物质所组成,包括醇、醛、酮、酯和萜类化合物在内的复杂混合物。这类物质对昆虫的取食、寄生、交配、产卵等行为起着重要作用,同时在植物与昆虫的协同进化过程中对昆虫行为产生了十分重要的影响。长白山植物物种丰富,这些植物可产生大量的挥发物,对长白山地区的昆虫行为学有很大的影响。吉林省露水河镇种子园昆虫种类繁多,如蚜虫、眼蝶、叶蝉等,然而其植物源挥发物对昆虫行为的影响尚未见明确报道。因此我们选取6种植物源挥发物:丁酸乙酯、 α -蛇麻烯、1-庚醇、牻牛儿醇、乙酸乙酯、 α -蒎烯,探究其对昆虫的诱集作用,并对诱集到的昆虫进行数量和种类的统计,以此探讨这些植物源挥发物对昆虫行为的影响与作用,从而实现对害虫的及时、有效测报及其综合治理。

关键词: 植物源挥发物 昆虫行为 诱集作用

Abstract

Plant volatiles are composed by various micro concentration of volatile secondary substances from overground part of plant surface, including alcohols, aldehydes, ketones, esters and ketones. These things not only play an important part in predation, parasitism, mating, oviposition and other insect behavior, but also have a crucial influence on insect behavior in the co-evolutionary process of plants and insects. There are various plants on Changbai Mountain with plenty of volatiles, which have a great influence on insect behavior in the area. Although there are many insect species in Lushuihe town seed orchard of Jilin Province, such as graylings, aphids, leafhoppers, no clear report is seen on the influence of plant volatiles to insects. So we chose 6 plant volatiles: ethyl butyrate, α -humulene, 1- heptanol, geraniol, ethyl acetate and α -pinene to explore trapping effect of insects. Then we counted the number and kind to discuss the effect and function of plant volatiles to insects. It aims to achieve timely, effective measurement and comprehensive management of pests.

key words: plant volatiles insect behavior trapping effect

引言

植物源挥发物通常指一类相对质量小于250ug, 沸点低于340℃, 从植物地上部分(如叶、花和芽等)表面散发的多种微浓度的挥发性次生物质所组成的, 包括醇、醛、酮、酯和萜类化合物在内的复杂混合物^[1]。这类化合物不仅在植食性昆虫的寄主选择中起着重要作用, 也在植物与昆虫的协同进化过程中, 对昆虫行为产生了十分重要的影响, 并在害虫的及时、有效测报及其综合治理中发挥着十分重要的作用^[2]。昆虫可通过释放和接受信息化合物为自身选择适宜的食物和产卵繁殖场所, 躲避和防御天敌, 避免、减少种间或种内竞争或在竞争中战胜对手等。植食性昆虫通常利用寄主植物释放的挥发性物质寻找食物和产卵场所; 植物也可通过产生的大量次生化学物质, 对取食的昆虫产生拒避或拒食作用^[3]。植物在生态系统食物链中属第一营养级, 是能量的初级生产者, 其它各营养级均依赖于它。为了克服无移动能力的限制, 又要满足繁衍子代的需要, 植物与昆虫间发生了极为密切的联系^[4-6]。长白山植物物种丰富, 其中有芳香植物174种、蜜源植物340种, 野生杀虫植物176种^[7-9]。这些植物可产生大量的挥发物, 对长白山地区的昆虫行为学有很大的影响。因此我们选取了6种植物源挥发物来探究其对昆虫的诱集作用。

根据相关的资料知丁酸乙酯是一种小分子风味成分, 具有菠萝、香蕉、苹果气息, 是一种常见的食用香料, 且很多果蔬中都存在^[10]。牻牛儿醇, 又称为香叶醇、香天竺葵醇, 广泛用于花香型日用香精, 可用于苹果、草莓等果香型、肉桂、生姜等香型的食用香精, 也可制成酯类香料。文竹释放出的38种VOCs中, 主成分为牻牛儿醇^[11]。 α -萜烯是树兰花油的挥发性主要组分, 树兰花精油具有清甜的花香, 有些似茉莉、依兰和茶叶之香韵, 香气有力而留长, 头香有木香、秘鲁香膏的香气^[12]。乙酸乙酯为无色透明液体, 大量用作油漆、人造革等的溶剂, 药物和有机酸的萃取剂; 乙酸乙酯也可用作食用香精, 具有香气^[13]。1-庚醇为无色油状液体, 有油脂气息和辛辣香气, 近似柑橘香气; 混溶于乙醇、非挥发性油和乙醚, 极难溶于水。天然品存在于丁香、风信子、紫罗兰叶等精油中, 可用于配制椰子和坚果类香精。 α -蒎烯是一种植物挥发性有机化合物, 是存在于松节油等植物精油活性成分的重要组成部分, 有松木、针叶及树脂样的气息。有研究表明, 含有 α -蒎烯的植物精油具有较强的抑菌和杀虫作用^[14]。

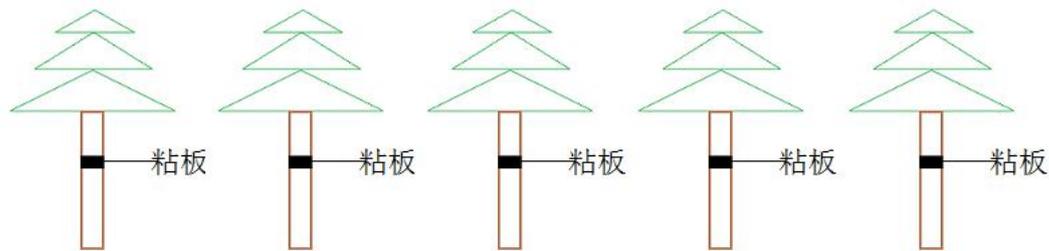
已有许多研究表明植物挥发物对昆虫的行为具有影响。例如, 小菜蛾(*Plutella xylostella*)受十字花科植物散发的芥子油(异硫氰酸酯)的吸引^[15]。玉米(*Zeamays Linnaeus*)释放的法尼烯对怀卵的欧洲玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)有较强的吸引作用^[16]。从日本女贞(*Ligustrum*

japonicum)中分离出的苯乙醛、2-苯乙醇、6-甲基-5-庚烯-2-酮、醋酸苯甲酯、苯甲醛均能明显地刺激诱导菜粉蝶(*Pieris rapae*)产生伸出喙的取食行为^[17]。棉花(*Gossypium* spp.)、番茄(*Lycopersicon esculentum*)等作物散发一些挥发性物质,可诱导已交配的美洲棉铃虫雌蛾产生寄主定向行为,并刺激雌蛾产卵^[18]。柠檬草(*Cymbopogon citrates*)中鉴定出的两种驱蚊活性组分香叶醛和橙花醛,对致倦库蚊(*Culex pipiens quinquefasciatus*)与白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)等具有驱避作用^[19]。

材料与amp;方法

植物源挥发物: 丁酸乙酯 α -蛇麻烯 1-庚醇 牻牛儿醇 乙酸乙酯 α -蒎烯

粘板设置:

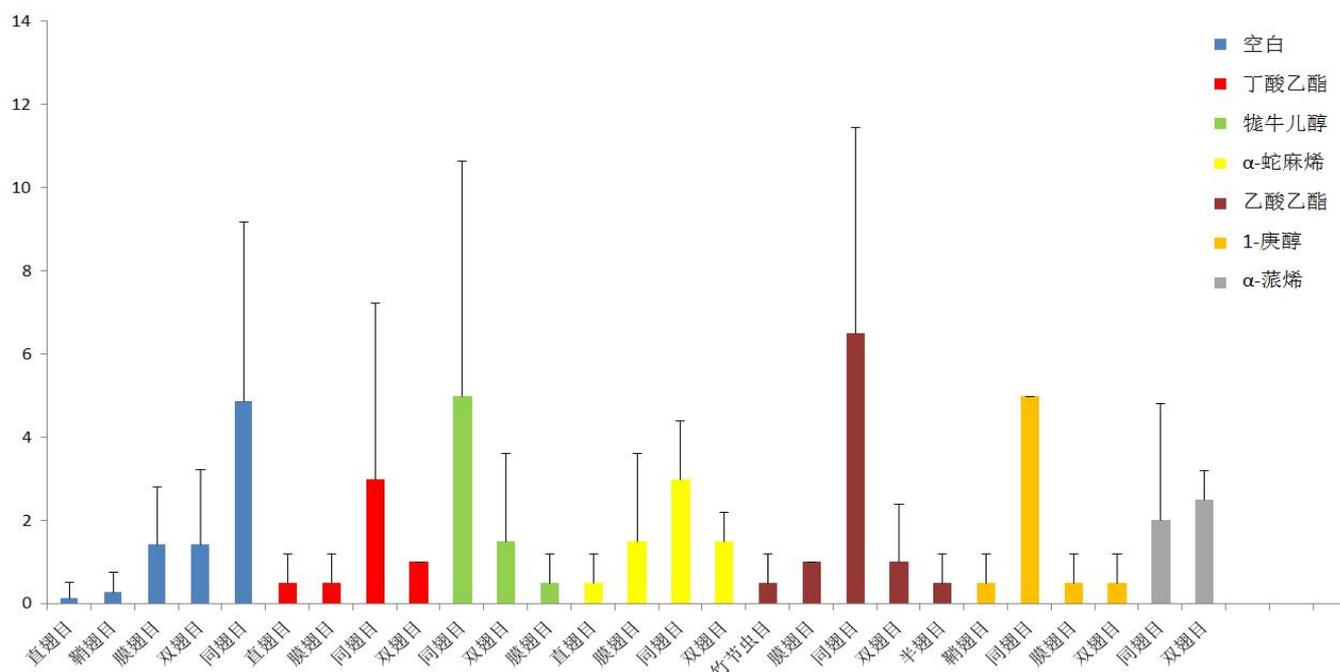


取路边均匀分布的大树若干棵,每间隔约十米取样,在齐胸处粘贴粘板,在每个粘板的四个方向滴加相应试剂 200 μ l (如下表)。

自然环境中放置 24 小时,于第二天同一时间采集并记录结果。

序号	处理	序号	处理	序号	处理
1	对照	8	对照	15	乙酸乙酯
2	丁酸乙酯	9	α -蒎烯	16	对照
3	α -蛇麻烯	10	对照	17	α -蛇麻烯
4	对照	11	1-庚醇	18	牻牛儿醇
5	1-庚醇	12	丁酸乙酯	19	对照
6	牻牛儿醇	13	对照		
7	乙酸乙酯	14	α -蒎烯		

实验结果



本文测定了昆虫对6种植物源诱导剂的趋避作用。结果显示丁酸乙酯吸引同翅目昆虫的数量少于空白组，我们猜测丁酸乙酯对于同翅目昆虫具有趋避作用；牻牛儿醇吸引膜翅目昆虫的数量少于空白组，我们猜测牻牛儿醇对膜翅目昆虫具有驱赶作用； α -蛇麻烯吸引同翅目昆虫的数量少于空白组，我们猜测 α -蛇麻烯对同翅目昆虫有趋避作用；乙酸乙酯吸引同翅目昆虫的数量少于空白组，而吸引蜂类等膜翅目昆虫的数量多于空白组，我们猜测乙酸乙酯对同翅目昆虫有诱集作用，而对蜂类等膜翅目昆虫没有明显诱集作用；1-庚醇吸引膜翅目和双翅目昆虫的数量均少于空白组，我们猜测1-庚醇对于膜翅目和双翅目昆虫具有趋避作用； α -蒎烯吸引双翅目的蚊、蝇的数量均少于空白组，我们猜测 α -蒎烯对双翅目的蚊、蝇具有诱集作用。

讨论

根据实验结果，我们认为乙酸乙酯对蚜虫等同翅目昆虫的吸引能力强，对于益虫有保护作用，可以用作诱捕剂来减少森林中的害虫； α -蒎烯对蚊、蝇一类的害虫具有诱集作用，可用作引诱剂来消灭害虫。

在实验中，由于环境和时间等条件所限，每种药品只做了2组重复，因此不能完全排除实验结果的偶然性。同时在所选取的样地附近有车辆施工作业，对于实验结果也会造成一定影响。昆虫在飞过时，可能是由于被挥发物所吸引被粘黏住，也可能是该挥发物具有驱赶作

用，使得其改变飞行方向，被粘黏在涂有其他挥发物的粘板上，被吸引或是被驱赶的昆虫不能很好的区分，对实验结果也有影响。

植物合成并释放挥发物是其对植食性昆虫取食的一种响应机制，用以保证本种群能够正常繁衍^[20-21]。植物在受到刺激后释放相关挥发物，与相关基因的转录^[22]和激素的分泌^[23-24]有一定的关系。另外，一些酚类、萜类、蛋白酶抑制等和植物抵抗力有关的物质也会发生变化^[25-26]。

当前环境科学与农药科学领域里的热门问题是“3R”问题，即残留(Residue)、抗性(Resistance)与再猖獗(Resurgence)^[27]，这些问题使得化学农药逐渐失去了优势，一些国家已开始严格限制或禁止某些毒性较大品种的生产与使用。而植物源杀虫剂是利用具有杀虫活性的植物次生代谢物质制成的杀虫剂^[28]，在农作物病虫害防治中具有环境友好、毒性普遍较低、不易产生抗药性、无农药富集等优点。但依靠单纯的天然提取成份用作商业农药很难取得成功，而从植物中筛选活性成分，寻找新的药物前体进行化学修饰，获得更好的新型杀虫剂，则是新型杀虫剂研发的一条有效途径。另外，将现代生物技术与植物源杀虫剂研究的有机结合，例如应用植物组织培养技术对有活性的杀虫植物器官、组织等进行大规模培养，利用基因工程技术对杀虫植物进行遗传改良等，可以大大加快植物源杀虫剂的开发。

参考文献

- [1] Pettersson J, Karunaratne S, Ahmed E, et al. The cowpea aphid, shape *Aphis craccivora*, host plant odours and pheromones [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1998, 88(2): 177-184
- [2] 莫圣书, 赵冬香, 陈青. 植物挥发物与昆虫行为关系研究进展[J]. *热带农业科学*, 2006, 26(6), 84-89
- [3] 李欣, 白素芬. 寄主植物—植食性昆虫—天敌三重营养关系中化学生态学的研究进展[J]. *河南农业大学学报*, 2003, 37(3): 224-232
- [4] 钦俊德. 昆虫与植物的关系——论昆虫与植物的相互作用及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 1-2
- [5] Dicke M. Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods: a multitrophic perspective [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2000, 28(7): 601-617
- [6] Vet L E M. From chemical to population ecology: infochemical use in an evolutionary context [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1999, 25(1): 31-49
- [7] 周繇. 长白山区野生芳香植物资源评价与利用对策[J]. *安徽农业大学学报*, 2004, 31(2), 212-218
- [8] 周繇. 长白山区野生蜜源植物资源的调查[J]. *东北林业大学学报*, 2005, 33(4), 103-106
- [9] 周繇. 长白山区野生杀虫植物资源的调查研究[J]. *武汉植物学研究*, 2003, 21(5), 434-218
- [10] 张扬, 周裔彬, 曹胜男. β -和 γ -环糊精与丁酸乙酯包合物的制备及结构表征[J]. *中国调味品*, 2014, 34-35
- [11] 冯青, 高群英, 张汝民等. 3种百合科植物挥发物成分分析[J]. *浙江农林大学学报*, 2011, 28(3): 513 - 518
- [12] Sun B G. *Food Flavorings* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2003: 54
- [13] K.韦瑟麦尔, H.J.阿普. 工业有机化学重要原料和中间体[M]. 白凤娥,等译. 北京:化学工业出版社, 1982
- [14] 李凝. α -蒎烯化学性质的应用[M]. *广西化工*, 2000, 29(1): 36-48
- [15] Verkerk R H J, Wright D J. Interactions between the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. and glasshouse and outdoor-grown cabbage cultivars [J]. *Annals of Applied Biology*, 1994, 125(3): 477-488
- [16] Binder B F, Robbins J C, Wilson R L. Chemically mediated ovipositional behaviors of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. *Journal of Chemical Ecology*,

1995, 21(9): 1315-1327

[17] 杜家纬. 植物—昆虫间的化学通讯及其行为控制[J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 193-200

[18] Mitchell E R, Tignle F C, Heath R R. Ovipositional responses of three *Heliothis* species (Lepidoptera: Noctuidae) to allelochemicals from cultivated and wild host plants [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1990, 16(6): 1817-1827

[19] Leal Walter Soares, Uchida Keikichi. Application of GC-EAD to the determination of mosquito repellents derived from a plant, *Cymbopogon citrates* [J]. *Journal of Asia Pacific Entomology*, 1998, 1(2): 217-221

[20] Turlings T C J, Tumlinson J H, Lewis W J. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps [J]. *Science*, 1990, 250(4985): 1251-1253

[21] McCall P J, Turlings T C J, Lewis W J, Tumlinson J H. Role of plant volatiles in host location by the specialist parasitoid *Microplitis croceipes* cresson (Braconidae: Hymenoptera) [J]. *Insect Behavior*, 1993, 6(5): 625-639

[22] Paschold A, Halitschke R, Baldwin I T. Using 'mute' plants to translate volatile signals [J]. *Plant Journal*, 2006, 45(2): 275-291

[23] Arimura G, Ozawa R, Nishioka T, et al. Herbivore-induced volatiles induce the emission of ethylene in neighboring lima bean plants [J]. *Plant Journal*, 2002, 29(1): 87-98

[24] Engelberth J, Alborn H T, Schmelz E A, Tumlinson JH. Airborne signals prime plants against insect herbivore attack[J]. *PNAS*, 2004, 101(6): 1781-1785

[25] Baldwin I T, Schultz J C. Rapid changes in tree leaf chemistry induced by damage: evidence for communication between plants [J]. *Science*, 1983, 221(4607): 277-279

[26] Ruther J, Kleier S. Plant-plant signaling: ethylene synergizes volatile emission in *Zea mays* induced by exposure to (Z)-3-hexen-1-ol [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 2005, 31(9): 2217-2222

[27] 韩俊艳, 张立竹, 纪明山. 中国植物源杀虫剂研究进展[J]. 安徽农学通报, 2003, 13(7): 155-159

[28] 倪斌. 中国植物源杀虫剂研究进展[J]. 安徽农学通报, 2003, 13(7): 155-159