

利用植物精油防治害虫的研究进展

徐汉虹 赵善欢

(华南农业大学植物保护系)

摘要 本文就应用植物精油防治害虫的研究集中在下列4方面进行了综述:1. 植物精油对害虫的引诱作用;2. 植物精油对害虫的忌避、拒食和生长发育抑制作用;3. 植物精油对害虫的毒杀作用;4. 各种精油混用以及精油与合成农药混用所产生的增效作用。

关键词 植物精油;害虫防治;异体作用素

中图分类号 S482.39

半个世纪以来,有机合成杀虫剂在防治害虫方面发挥了巨大作用。然而,长期使用有机合成杀虫剂所带来的农药残留,害虫抗药性和害虫再猖獗等严重问题,已促使人们积极探索和开发新一代杀虫剂。植物性杀虫剂由于对人、畜安全,害虫不易产生抗药性,在自然环境中易于降解,因而受到人们的重视。自60年代以来,随着化学分析设备的不断发展,国内外对植物性杀虫剂进行了广泛的研究。研究比较集中和成果最为显著的是对一些楝科植物的研究。是从楝科植物中分离出的杀虫活性成分都属于分子结构复杂、还具有不同异构体的四环三萜类化合物,这些化合物在目前的技术条件下难以人工合成,满足不了工厂化生产的要求。为了既能够从天然产品中寻找出高效的杀虫成分,又便于人工合成及工厂化生产,以供大面积推广应用的需要,人们开始更多地研究植物精油的杀虫作用,力图从自然界中找出一些分子结构比较简单的杀虫化合物,为仿生合成提供可行的模板。

植物精油是植物体内的一类次生代谢物,主要成分为单萜、倍半萜和芳香烃衍生物。由于精油气味芳香,其杀虫成分的分子结构较简单,将其用于害虫防治或从中寻找人工合成的天然模板,都是很有前途的。在长期的研究中人们明确了多种精油的杀虫作用,成功地应用精油防治害虫也有了报道。

1 植物精油对害虫的引诱作用

昆虫能产生性外激素引诱异性来进行交配。植物精油或其成分也能起到昆虫性外激素的作用。在 *Catantop cycnoches* 的花中含有12种单萜的混合物,对长舌蜂(Euglossine bees)雄虫具有引诱力,使此虫表现出高度的性兴奋行为^[24]。Bowers等^[18]发现,几种针叶树如红云杉(*Picea rubra*)、西伯利亚冷杉(*Abies sibirica*)和欧洲冷杉(*A. alba*)的精油明显地激发了美洲蜂蠊(*Periplaneta americana*)雄虫的性兴奋。这些具有性激素活性的成分经分别鉴定为乙酸冰片酯、 α -檀香醇、 β -檀香醇等。一年蓬(*Erigeron annuus*)、华泽兰(*Eupatorium chinense*)和菊(*Chrysanthemum morifolium*)等植物精油中也存在着对美洲蜂蠊性激素的活性物质^[50]。

Ladd^[34]发现许多精油成分对日本丽金龟(*Popillia japonica*)具有引诱力。按引诱能力的大小可分成3类:丁香酚和香叶醇;甲基环丙烷丙酸和苯乙基丙酸(PEP);大茴香脑,这些具引

诱活性的成分若与丁香酚混合使用,能显著地提高对昆虫的引诱效果。蜜蜂对大茴香脑有强烈的趋向性^[35]。大茴香脑和爱草脑对玉米根叶甲(*Diabrotica virgifera*)也有强烈的引诱作用。柠檬烯氧化物、薄荷-1,8-二烯-4-醇、薄荷-8-烯-1,2-二醇、 α -蒎烯、 β -蒎烯、松香芹、爱神木醛、爱神木醇等精油成分对黄松齿小蠹(*Ips paraconfusus*)有引诱力^[15]。红松中含有的 α -蒎烯、 Δ^3 -蒎烯、柠檬烯、蒎烯等精油成分对同科的黄杉大小蠹(*Dendroctonus pseudotsugae*)和 *Ganthotrichus sulcatus* 都有一定的引诱作用。蒎烯和柠檬烯对郭公虫(*Enoclerus* sp.)和 *Thanaosinus* 也有引诱作用。

许多精油都含有的叶醇(顺式-3-己烯醇)是白蚊的集合信息素。

1950年底,美国佛罗里达州发生地中海果蝇(*Ceratitis capitata*)的严重灾害,香橙生产遭受重大损失。当时发现当归(*Angelica sinensis*)种子和根的精油是非常有效的引诱剂,用以诱杀此害虫取得了很大成功,后来鉴定出引诱地中海果蝇的有效成分为6-(E)-壬烯酸甲酯和6-(E)-壬烯酸。进而发现丁香油的主要成分甲基丁香酚和4-(P-乙酸氧基苯)-2-丁酮分别是东洋果蝇(*Dacus dorsalis*)和瓜大实蝇(*D. cucurbitae*)的强力引诱剂,后又发现甲基异丁香酚、藜芦醚酸比甲基丁香酚引诱作用更强^[15]。Voaden^[63]发现精油中的(E)-6-壬烯乙酸能引诱瓜大实蝇的成虫来产卵,但它又能阻止卵孵化,直至把卵杀死,达到“诱而歼之”,这是很有意义的。以后他们合成了19种类似物,都能把大实蝇的卵全部杀死。其中引诱力最强的是(2)-8-甲基-6-壬烯乙酸酯。

Stubb等^[55]从热处理过的角豆(*Ceratonia siliqua*)中真空蒸馏出一种无色的甜味物质,对稻谷盗(*Oryzophilus surinamensis*)具有很强的引诱力。把这种甜香物质进行分离鉴定,发现其中乙酸的引诱能力最强。

由上述可知,一些精油或其某些成分的单体对许多种昆虫具有引诱作用。人们可充分利用这些物质进行害虫的预测预报和诱杀等。

2 植物精油对害虫的忌避、拒食和生长发育抑制作用

许多种昆虫都能从它们的体表或体内的腺体中释放出难闻的气体,防御外敌,保护自己。植物分泌出的精油也有类似的作用。

丁德生等^[13]发现野薄荷(*Mentha arvensis* L. Subsp. *hapiocalyx*)的茎叶精油对白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)有持续4~6h的忌避效果。分离出的有效成分——d-8-乙酰氧基别二氢葛缕酮,对蝶、蚋、蛇的驱避效果更好。

Penford^[24]记录了40种对蚊子、蠓和毛蚊有忌避作用的精油。其中最有效的是塔斯马尼亚陆均松(*Dacrydium franklini*)的精油,还有从香桃叶巴毫(*Bockhousia myrtifolia*)、苞鳞白千层(*Melaleuca bracteata*)和史密氏吉莉(*Laeria smithii*)的叶中提取出的精油,Mayer^[24]应用几种精油作为蚊子的忌避剂进行了试验,其中桉叶油和石竹油获得了满意的效果。Klocke^[31]从 *Hemizonia fitchii* 的精油中分离出1,8-桉叶素,发现它对埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)的幼虫无毒杀作用,但却是有有效的成虫产卵忌避剂和拒食剂。

Khan等^[56]应用了分属20个科的50种精油对赤拟谷盗(*Tribolium castaneum*)进行毒力试验,发现10种精油具有拒食活性,其中酒饼叶(*Glycosmis pentaphylla*)和 *Gardiospermum canescens* 的精油最有效。Sighamony等^[64]测试了丁香油、杉木油和Karanja油等对赤拟谷盗的驱避作用,发现杉木油、Karanja油和黑胡椒子油较标准的驱避剂二甲基邻苯二甲酯更为有效,尤其是Karanja油的驱避作用能够强烈地保持8周以上。姜黄油对赤拟谷盗既有忌避作用^[24],还

能干扰其正常的繁殖和发育,使大多数幼虫不能化蛹而死亡,或发育成为畸形蛹、畸形成虫^[27]。芫荽油和肉桂油对米象(*Sitophilus oryzae*)成虫有忌避作用^[58,59]。*Pogostemon parviflorus*的精油及其成分的单体对米象和锯谷盗表现出不同程度的引诱作用和忌避作用。

Maxwell^[40]在棉花幼苗所含的挥发物中发现了一种热稳定性的油,气味刺鼻,对棉铃虫(*Anthonomus grandis*)忌避效果很好。Scheerer^[52]发现菊蒿(*Tanacetum vulgare*)的精油对马铃薯叶甲(*Leptinotarsa decemlineata*)有强烈的忌避作用,其所含各成分单体的忌避效果强弱依次为:1,8-桉叶油素>乙酸冰片酯>对伞花炔> γ -萜烯=樟脑。

Mansour^[38]测试了14种唇形花科植物的精油对朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)的效果。将这些精油用丙酮稀释成0.1%~2%浓度后处理豆叶,在48h内对朱砂叶螨有毒杀和忌避作用,随后使成虫产卵减少,7天后仍有残效。Dale等^[20]测试了8种精油对灯蛾(*Pericallia ricini*)三龄幼虫的拒食效果。当以2.5%,5%和10%的浓度处理蓖麻叶片时,这8种精油都有不同程度的拒食效果,以柠檬油的效果最好,其次为高浓度的香叶天竺葵油。他们得出结论:精油拒食活性的高低与其剂量成正相关。尽管从经济上考虑,纯净的精油用于田间害虫防治是不可取的,但低品位的油和蒸馏后的废渣用于田间防治是可行的。

土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)油本用于驱除人体寄生虫,但Eisner^[22]发现其中含有的假荆芥内酯和环戊烷的蒸汽对17种昆虫具有驱避作用。Su^[61]证实了这一结论。 α -蒎烯,月桂烯和柠檬烯对松小蠹(*Dendroctonus brevicornis*)有驱避作用^[46]。柠檬醛对蜜蜂有特殊的驱避功效^[13]。Osmani等^[44]制作了含有玫瑰(*Rosa rugosa*)、檀香(*Santalum album*)和老鹳草(*Geranium wilfordii*)等植物精油的奶油糕点,这种糕点能驱避家蝇(*Musca domestica*)和致乏库蚊(*Culex fatigans*)。Muto^[42]利用柏油制作了驱避老鼠的奶油糕点。番荔枝(*Annona squamosa*)的精油成分具有驱避白蚁和蜜蜂的作用。丁香油和丁香罗勒油是公认的驱蚊剂和驱白蛉剂^[4]。香茅油由于具有良好的忌避作用而用来配制杀虫剂。

昆虫的保幼激素起着调节昆虫生长发育的作用。许多精油成分是合成保幼激素的重要中间体,例如橙花醇和香叶醇是合成17个碳原子的保幼激素的中间体。香茅醇衍生物对黄粉虫(*Tenebrio molitor*)和大马利筋长蜡(*Oncopeltus fasciatus*)显示出保幼激素的活性。*Pogostemon parviflorus*和*Origanum majorana*精油以及从*Echinacea angustifolia*精油中分离出的Echinolone都报道具有保幼激素的活性。

许多试验结果表明,菖蒲(*Acorus calamus*)油能抑制昆虫性腺的发育。Saxena等^[49]用菖蒲油处理红蜡(*Dysdercus koenigii*)幼虫,导致其发育而成的雌成虫卵巢保持永久的不成熟状态,这样的卵巢虽有一个发育良好的营养区,但生长区却很小,且没有发育好的卵泡囊。Kaul等^[29]用菖蒲油的蒸汽处理新羽化出的谷斑皮蠹(*Trogoderma granarium*)雌虫,发现其成熟的卵泡立即出现退化现象,并逐步扩展到卵巢的其他组织。Ramos-Ocampo等^[45]测试了包括欧洲菖蒲油和6个甲氧丙烯基化合物对大马利筋长蜡的化学不育作用。试验结果发现, β -细辛醚是最有效的化合物,其次是欧洲菖蒲油和2,3-DMPB。这些化合物明显地阻碍了卵巢的发育和成熟,降低了昆虫的繁殖力。菖蒲油对杂色地老虎(*Peritroma saucia*)也有拒食和抑制生长发育作用^[32]。

3 植物精油对害虫的毒杀作用

精油的杀卵作用比较普遍。Bushland^[19]报道茴香油、苦杏仁油、小茴香油、芥子油、肉桂皮油、芫荽油、芸香油和黄樟油对螺旋蝇(*Cochliomyia americana*)的卵具有强烈的毒杀作用,葛

缕子油、丁香油和柠檬草油可在卵中发育成熟的幼虫刚一孵化就死亡。Saxena 等^[18]发现香芹酚、柠檬醛、香茅醇、丁香酚、法呢醇和牻牛儿醇能阻止埃及伊蚊的卵孵化。0.01%浓度的葛蒲油也使 *Dysdercus koenigii* 的卵不能孵化。 β -细辛醚、欧洲葛蒲油和 2,4-DMPB 对大马利筋长蟥的卵有毒杀作用^[45]。精油对家蝇的产卵定位和卵的发育有妨碍和抑制作用^[53]。Shaaya^[52]认为杀卵机理主要是干扰水分平衡。Osmani 等^[44]发现柠檬草油、沉香油和老鸛草油的杀卵效果很差,对埃及伊蚊一龄幼虫无效。但随着幼虫的发育,敏感性逐渐增加,三、四龄幼虫最敏感,死亡率最高。这一现象说明植物精油具有独特的作用机理,值得进一步研究。

许多精油和其成分的单体显示出直接的杀虫活性。Ahmed 等^[7]发现桉叶素、白珠木油、莳萝油、日本薄荷、桉树油和松节油对米象、绿豆象 (*Gallosobruchus chinensis*)、药材甲 (*Stegobium paniceum*) 和家蝇具有很强的熏杀作用。让巴西豆象 (*Zabrotes subfasciatus*) 成虫曝露于芳樟醇蒸汽中 48 h, 导致 100% 雄虫死亡和 50% 雌虫死亡。Shaaya 等^[52]测试了 26 种精油对谷蠹、锯谷盗、赤拟谷盗和玉米象的熏蒸毒力。从中筛选出代号为 ZP51 的一种成分毒效很高,在 3 $\mu\text{L/L}$ 的用量下就能导致上述 4 种害虫全部死亡。Mishra 等^[41]报道了辣薄荷 (*Mentha piperita*) 精油对赤拟谷盗不同龄期幼虫的毒杀效果。华昌培等^[3]测试了 65 种精油对仓库害虫的熏杀作用,在 0.01% 剂量下,桉叶油、冷磨柠檬油熏蒸处理 24 h 对烟草甲 (*Lasioderma serricorne*) 老熟幼虫致死率达 100%^[2]。烟草甲不仅是烟叶仓库、药材仓库里的重要害虫,也是储存香料的主要害虫。Samuel^[47]从郁金 (*Curcuma aromatica*)、胡椒 (*Piper nigrum*) 和小豆蔻 (*Elettaria cardamomum*) 3 种香料中分别提取精油,再分别喷回到原来的 3 种香料上,能有效地阻止烟草甲蛹的形成和烟草甲的侵染。这表明能起杀虫作用的成分储存在植物体的组织内部,所以产品为完整状态的辛香料就不能发挥防虫作用^[8]。

Klingauf^[30]测试了 16 种精油和 7 种精油成分的单体对蔷薇麦蚜 (*Metopolophium dirhodum*)、麦蛾 (*Sitotroga cerealella*) 和大豆象 (*Acanthoscelides obtectus*) 的毒效,以薄荷油、百里香油和肉桂油最有效。*Clausena anisata* 的精油对臭蝗 (*Zonocerus variegatus*) 有毒杀作用,LD₅₀ 值为 3780 mg/kg,其主要成分爱草脑的毒性是原油的 1.5 倍^[43]。黄福辉^[13]从山苍子油中提取柠檬醛进行杀虫试验,使用剂量为 8 mL/m³,熏蒸 7 天,玉米象平均死亡率为 88%,土耳其扁谷盗 (*Cryptolestes turcicus*) 和长角扁谷盗 (*C. pusillus*) 达 100%,绿豆象达 91%。但各种幼虫死亡率较低。Usha 等^[62]认为,施用方法是防治成功的关键。因为这些精油的杀虫作用主要是其熏蒸作用,熏蒸处理可获得较好的效果。

Dongre 等^[21]发现尖齿艾纳香 (*Blumea oxydonta*) 等 3 种艾纳香属植物的精油能杀灭尖音库蚊 (*Culex pipiens*) 幼虫。其中 *Blumea eriantha* 的精油在 0.02% 浓度下可导致其幼虫死亡 100%。Katsumi^[28]报道了茵陈蒿 (*Artemisia capillaris*) 精油和茵陈二叶对菜粉蝶 (*Pieris brassicae*) 的拒食作用。徐汉虹等^[12]发现猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*) 精油对玉米象等几种主要仓库害虫的种群繁殖具有明显的抑制作用,其主要成分茵陈二叶对斜纹夜蛾 (*Spodoptera litura*) 等多种重要农业害虫也有强大的生物活性^[1]。蒜 (*Allium sativum*) 的精油也能有效地杀死斜纹夜蛾、几种毒蛾和几种库蚊的幼虫^[24]。Zuelsdorff 等^[65]测试了 9 种伞形科植物种籽的精油对谷象 (*Sitophilus granarius*) 的触杀效果,按接触毒力大小依次为:莳萝 > *Peucedanum verticillare* > 葛缕子 > *Prangos asperula* > 芫荽。其他 4 种精油是相对无毒的。莳萝油中有一种成分毒力最高,但仍比马拉硫磷低两倍。Yadava^[44]报道了葛蒲油对绿豆象的毒杀效果。

姚康等^[10]用山苍子油拌种防治蚕豆象 (*Bruchus rufimanus*) 成虫,每 50kg 蚕豆拌油 300 g, 12 天后成虫死亡率达 100%。张兴和赵善欢^[7]证实了山苍子油、柑油、橙油和香茅油等对米

象和玉米象的熏蒸作用,如用于拌种,可完全抑制这两种虫的后代繁殖。李光灿^[5]比较了9种精油和2种精油成分的单体对杂拟谷盗 *Tribolium confusum* 的熏杀效果。结果表明, α -蒎烯、冷杉油、小叶留兰香油和冷磨柠檬油的效果较好。其后他们又做了 α -蒎烯防治储粮害虫的室内模拟试验和实仓应用试验。室内试验显示,如果浓度高于0.005%, α -蒎烯对7种甲虫有很强的熏杀作用,甲虫的敏感性依次为:长角扁谷盗>锈赤扁谷盗>拟谷盗>谷蠹>玉米象>赤拟谷盗>锯谷盗。 α -蒎烯对杂拟谷盗有明显的驱避作用。室内模拟试验表明, α -蒎烯在小麦中的杀虫效果较好,而在大米中则几乎失去了杀虫活性^[6]。实仓应用试验指出,0.05%的浓度对玉米和小平等中的害虫毒杀效果较好,在稻谷中即使浓度高达0.05%,效果也不好,对大米中的害虫毒杀效果也很差。由此可知,使用 α -蒎烯防治储粮害虫,具有很大的局限性。但是,据黄福辉等^[14]的报道,用0.01%浓度的 α -蒎烯处理稻谷,可使稻谷在7个月内保持无虫。上述不同作者的试验结果很不一致,差异较大,有待进一步试验以弄清原因和确证药效。

在美国农业部研究所工作的苏剑芳博士测试了8种柑桔类物精油(柠檬、葡萄柚、酸橙、红桔、金钱桔等植物精油)对四纹豆象的毒效,发现这些精油都能有效地控制四纹豆象为害。其中柠檬油的持效期最长,达87天,冻干的柠檬油毒力最强。这8种植物精油都分别含有一种或几种对四纹豆象和米象有毒的成分。如果把这些精油中的非挥发性成分按1%的用量处理黑眼豆表面,也可防止四纹豆象的侵害^[57~58]。

Su^[59~61]测试了肉桂油、芫荽油、葛蒲油和土荆芥油对仓库害虫的毒效。用葛蒲油点滴处理烟草甲成虫,每头用量30 μ g,可导致100%死亡。另用土荆芥油点滴处理四纹豆象成虫,每头用量40 μ g,也同样引起100%死亡。

4 各种精油混用以及精油与合成农药混用所产生的增效作用

有关不同精油混用来防治害虫的报道不多。李光灿^[5]曾把9种精油按照不同的比例随机混合,结果毫无增效作用,相反还减效。但桉叶油的杀虫效果可以通过加入佳味碱和胡椒碱而提高^[25]。胡仕林等^[9]将多种精油按一定比例混配后以0.01%~0.03%用量处理稻谷和小麦,杀虫效果均达90%以上,而且明显抑制了仓虫的繁殖。Dongr等^[21]把 *Blumea eriantha* 精油的各种成分分离后进行杀虫试验,发现各种单体的杀虫效果都不如精油本身的杀虫效果高,这说明在精油的不同成分之间对害虫有增效作用,或者说是精油的不同成分之间对害虫共同起作用而杀死害虫。Krisharajah等^[33]经试验后得出结论,认为 α -水芹烯和对 α -伞花烃按1:1混配使用,是最有效的增强击倒作用的组合;对 α -伞花烃和 β -蒎烯按2:1混配使用,是最显著的具有忌避作用的组合,可导致害虫的活动停止,以至死亡。

在混用方面,人们把注意力集中在精油与有机合成农药的混用上。Fubremann^[23]发现当同时用肉豆蔻醚和对氧磷点滴处理家蝇,或者当家蝇取食含有肉豆蔻醚的食物时点滴对氧磷,能显著增加对氧磷的毒杀效果。肉豆蔻醚以2 μ g/头的剂量点滴处理家蝇时,能提高对氧磷的药效10倍。经过放射性同位素¹⁴C示踪研究证明,肉豆蔻醚的增效作用主要是阻止了对氧磷的降解。肉豆蔻醚如与对硫磷混用,也能提高对家蝇的毒效。但当家蝇取食含有肉豆蔻醚的食料时用对硫磷点滴处理,则反而有减效作用,因为肉豆蔻醚阻止了对硫磷转化成对氧磷。 d -葛缕酮能提高对硫磷的药效,促进其代谢为对氧磷,但对对硫磷不起作用。

Lichtensterin等^[36]从 *Pastinaca sativa* 中分离出肉豆蔻醚。用 *Prosochila melanogaster* 进行生物测定,发现肉豆蔻醚的击倒作用不如除虫菊,肉豆蔻醚主要是具有忌避和熏杀作用。用家蝇

作试验以测定肉豆蔻醚与胡椒基丁醚的增效作用,结果发现胡椒基丁醚是除虫菊的有效增效剂,而肉豆蔻醚则是氨基甲酸酯类(如西维因)的有效增效剂。

Lichtenstein^[37]还从茴香(*Anethum graveolens*)植物中分离出4种精油成分:d-葛缕酮、肉豆蔻醚、芹菜脑和茴香芹菜脑。茴香植株的绿色部分的抽提物比根部的抽提物具有更强的杀虫活性和增效作用。其原因是绿色部分含有较高量的d-葛缕酮。当以亚致死剂量施用d-葛缕酮,可明显地增加西维因、呋喃丹和对硫磷对昆虫的毒性。然而,芹菜脑、茴香芹菜脑和肉豆蔻醚比d-葛缕酮具有更强的杀虫活性和增效作用。有两个甲氧基的芹菜脑比只有一个甲氧基的肉豆蔻醚作用更强,这说明甲氧基是一个有效基团。芹菜脑作为对硫磷的增效剂更有效,但对西维因则无增效作用。

Marcus等^[39]研究了茴油所含成分对一些杀虫剂的增效作用。他们认为茴油的主要杀虫成分是反式-大茴香脑,此化合物对家蝇的致死中量(LD₅₀)为75 μg/虫。同时他们对茴油含有的其他9种成分也进行了试验,发现大茴香脑和大茴香醛与对硫磷、对氧磷、西维因和呋喃丹分别混合后对家蝇进行点滴处理,均能提高这些杀虫剂的药效。如果家蝇取食含有0.5%大茴香脑的食料时,对氧磷和对硫磷的药效显著提高。进一步的试验证明,家蝇取食含有大茴香脑的食料后,可增加对氧磷对虫体表皮的穿透性,并阻止其代谢为水溶性的无毒物。

Abbassy^[16]在埃及发现7种柑桔类植物的果皮油中都含有杀虫成分。如果把这些成分与除虫菊酯或有机磷杀虫剂混用来防治米象和杂拟谷盗,有明显的增效作用。从柠檬、酸橙、宽皮柑桔和脐橙中提取的精油都能使氟氰菊酯显著增效。但这些精油当中,只有柠檬油与虫螨磷混用或橘子油与双硫磷混用才显示有增效作用,而其他精油与这两种有机磷农药混用则无增效作用。

到目前为止,我们已从精油成分中探索出一种最有效的增效剂——增效醚,它是黄樟油的主成分——黄樟油素的衍生物。茴香油中的茴香脑比增效醚的增效作用约低30%,但二氢茴香脑和甲基氯二氢茴香脑的增效作用与增效醚不相上下。

林丹、DDT与蒿油、芝麻菜油混用能提高对水稻飞虱类害虫的防治效果。因为这两种油都是良好的溶剂^[20]。

总的看来,精油与农药混用至少起到了三方面的作用,即增效作用、溶剂作用以及掩盖农药那股不宜人气味的作用。

5 总结

综上所述,人们在应用植物精油防治害虫方面已做了不少工作,这些工作给予人们有益启示。由于精油对人无毒(许多精油或其成分单体本身就是人们食物中的营养成分或可作为食品添加剂),不污染环境,不影响种子的发芽率,又具有宜人的香味,不仅在储粮害虫、作物害虫和卫生害虫的防治上显示突出的优点,也可用作多种常用杀虫剂的优良增效剂和加香剂。同时,由于许多精油还具有杀菌防霉作用,施用精油能达到除虫防霉的双重目的。因此,精油具有广阔的发展前景,有深入研究的必要。精油作为新一代的无公害杀虫剂一定会脱颖而出。与此同时,精油的用途拓宽,为我国丰富的精油资源找到了新的市场,势必促进精油的生产与开发。

致谢 美国农业部 Helen C F. Su 博士、广东省粮食科学研究所梁权总工程师提供部分资料,一并致谢!

参 考 文 献

- 1 丁德生,孙汉董.野薄荷精油中驱避有效成分的结构鉴定.植物学报,1983,25(1):62~65
- 2 王春,华昌培,刘克.植物精油对烟草甲越冬幼虫的熏杀试验.四川日化,1990,4:14~15
- 3 华昌培,杨德军,胡仕林,等.植物精油对仓库害虫的毒性试验.四川日化,1988,1:20~25.
- 4 库斯托娃.精油手册,刘树文,等译.北京:轻工业出版社,1982.3
- 5 李光灿,李隆术.植物芳香油防治仓库害虫的试验.粮食储藏,1985,14(4):1~9
- 6 李光灿,秦宗林,熊兴占,等. α -萜烯防治储粮害虫的实仓试验.粮食储藏,1989,18(3):47~53
- 7 张兴,赵善欢.几种植物性物质对米象、玉米象的初步防治试验.粮食储藏,1989,12(1):1~8
- 8 林进能.天然食用香料生产与应用.北京:轻工业出版社,1991,18
- 9 胡仕林,华昌培,杨德军,等.植物精油防治粮害虫实仓试验.四川日化,1988,4:8~112
- 10 姚康,杨长举.用山苍子芳香油防治蚕豆象.昆虫学报,1982,27(2):173~180
- 11 徐汉虹,赵善欢.猪毛蒿精油的杀虫作用研究.华南农业大学学报,1993,14(1)97~102
- 12 徐汉虹,赵善欢,朱亮锋.精油对储粮害虫种群的繁殖抑制作用研究.中国粮油学报,1993,8(2):11~17
- 13 黄福辉,项发根,周为民.关于山苍子有效成分在储粮中的应用.粮食储藏,1980,9(2):19~12
- 14 黄福辉,郑家铨,张令夫,等. α -萜烯防治储粮害虫研究.粮食储藏,1988,17(1):34~42
- 15 藤卷正生,服部达彦,林和夫,等.香料の四事典.东京:东京朝仓书占有,1982,338~342
- 16 Abbassy M A A, Honsy A H, Lamaei A, et al. Insecticidal and synergistic citrus oils isolated from citrus peels. RAE A, 1980, 68: 477
- 17 Ahmed S M, Eapen M. Vapour toxicity and repellency of some essential oils to insect pests. Indian Perfumer, 1986, 30(1): 273~278
- 18 Bowers W S, Bodenstein W G. Sex pheromone mimics of the American Cockroach. Nature, 1971, 232: 259~261
- 19 Bushland Raymond C. Volatile oils as ovicides for the Screwworm, *Cochliomyia americana* C. & P. J Econ Ent, 1939, 32(3): 430~431
- 20 Dale D, Saradamma K. Insect antifeedant action of some essential oils. Pesticides, 1981, 15(7): 21~22
- 21 Dongre T K, Rahalkar G W. *Blumea* species (Compositae): Insecticides from plants. The Journal of Communicable Diseases. 1980, 12(1): 39~41
- 22 Eisner T. Catnip: Its Reason D' Etre. Science, 1964, 146: 1318~1320
- 23 Fuhremann Tom W, Lichtenstein E P. Insecticide toxicity and degradation in houseflies as affected by naturally occurring food plant components. J Agric Food Chem, 1979, 27(1): 87~91
- 24 Gulati N K, Suri R K. Biological application of essential oils. Indian Perfumer, 1982, 26: 241~248
- 25 Inchcape Chemco Ltd. Insecticidal composition containing eucalyptus oil and chavicine. CA. 1975. 82: 107564
- 26 Jabbar Khan M A. Insecticidal effects of indigenous plant extracts (*Taraxacum and Artemisia*) on some delphacid rice pests in Pakistan. Annales Entomologica Fennici, 1984, 50(3): 95~96
- 27 Jilani G, Saxena R C. Repellent and feeding deterrent effects of turmeric oil, sweetflag oil, neem oil

- , and a neem-based insecticide against lesser grain borer (Coleoptera, Bostrychidae). *J Econ Ent*, 1990, 83(2): 629~634
- 28 Katsumi Yano. Insect antifeeding phenylacetylenes from growing buds of *Artemisia capillaris*. *J. Agric. Food Chem.* 1983, 31, 667~668
- 29 Kaul O, Tikku K, Saxena B P. Follicular regression in *Trogoderma granarium* due to sterilizing vapours of *Acorus calamus* L. oil. *Current Science*, 1977, 46(20): 724~725
- 30 Klingauf F. Wirkung von atherischen Olen auf Schadinsekten Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine and Angewandte Entomologie, 1983, 4(1/3): 123~126
- 31 Klocke J A, Darlington M V, Balandrin M F. 1, 8-Cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). *Journal of Chemical Ecology*, 1987, 13(12): 2131~2141
- 32 Koul O, Isman M B. Antifeedant and growth inhibitory effects of sweetflag, *Acorus calamus* L. oil on *Pentroma saucia* (Lepidoptera, Noctuidae). *Insect Sci Applic*, 1990, 11(1): 47~53
- 33 Kuishnarajah S R, Ganesalingam V K, Senanayake V M, Repellency and toxicity of some plant oils and their terpene to *Sitotroga cerealella* (Olivier.) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Tropical Science*, 1985, 25, 249~252
- 34 Ladd T L. Japanese beetle, Enhancement of lures by eugenol and caproic acid. *J Econ Ent*, 1980, 73, 718~720
- 35 Ladd T L, Tew J E. Attraction of honey bees (Hymenoptera, Apidae) to traps baited with lures for Japanese lures for southern and western corn rootworms. (Coleoptera; Chrysomelidae; *Diabrotica* spp.) *J Econ Ent*, 1987, 80(6): 1137~1142
- 36 Lichtenstein E P, Casida J R. Naturally occurring insecticides—Myristicin, an insecticide and synergist occurring naturally in the edible of parsnips. *J Agric Food Chem*, 1963, 11(5): 410~415
- 37 Lichtenstein E P, Liang T T, Schulz K R. Insecticidal and synergistic components isolated from dill plants. *J Agric Food Chem*, 1974, 22(4): 658~664
- 38 Mansour T, Ravid U, Putievsky E. Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus bimaculatus*. *Phytoparasitica*, 1986, 14(2): 137~142
- 39 Marcus C, Lichtenstein E P. Biologically active components of anise, Toxicity and interactions with insecticides in insects. *J Agric Food Chem*, 1979, 27(6): 1217~1223
- 40 Maxwell F G, Jenkiw J N, Kelley J C. A boll weevil repellent from the volatile substance of cotton. *J Econ Ent*, 1963, 56(6): 894~895
- 41 Mishra R C, Kumar J. Evaluation of *Mentha piperita* L. oil as a fumigant against red beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). *Indian Perfumer*, 1983, 27(2): 73~76
- 42 Muto A. Rat repellent, CA, 1974, 80, 44737b
- 43 Okunade A L, Olifa J L. Estragole, an acute toxic principle from the volatile oil of the leaves of *Claytonia arvensis*. *J Nat prod*, 1987, 50(5): 990~991
- 44 Osmani Z, Signamony S. Effects of certain essential oils on mortality and metamorphosis of *Aedes aegypti*. *Pesticides*, 1980, 14(9): 15~16
- 45 Ramos-Ocampo V E, Stephen Hsia M T. The influence of calamus oil and asarone analogues on the reproduction of *Oncopeltus fasciatus* (Dallas). *The Phillipine Entomologist*, 1986, 6(5): 495~515
- 46 Rosenthal G A, Janzen D H. Herbivores: Their interaction with secondary plant metabolites. New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, Academic Press, 1979. 509~511
- 47 Samuel R. Influence of spice essential oil on the life history of *Lasioderma serricorne* (F.). *Entomon*, 1984. 9(3): 209~215

- 48 Saxena B P, Koul O, Atal C K. A new insect chemosterilant isolated from *Acorus calamus*. Nature, 1977, 270(8): 512~513
- 49 Saxena B P, Srivastava J B. Effect of *Acorus calamus* L. oil Vapours on *Dysdercus koenigii* F. Indian J Exp Biol, 1972, 10, 391~39
- 50 Saxena B P, Koul O. Essential oils and insect control. In: Atal C K, Kapur B M, eds. Cultivation and Utilization of Aromatic Plants. India; Jammu—Tawi, 1982, 766~776
- 51 Schearer W R. Components of oil of tansy (*Tanacetum vulgare*) that repel colorado potato beetles (*Lepidotarsa decemlineata*). J Nat Products, 1984, 47(6): 964~969
- 52 Shaaya E, Ikan R. Insect control using natural products. In: Gessbuhler L, ed. Advances in Pesticide Science. Part 2. New York; Pergamon Press, 1979, 303~306
- 53 Sharma R N, Saxena K N. Orientation and developmental inhibition in the housefly by certain terpenoids. Journal of Medical Entomology, 1974, 11(5): 618~621
- 54 Sighamony S, Anees I, Chandrokala T S. Natural products as repellents for *Tribolium castaneum* Herbst. International Pest Control, 1984, 26(6): 156~157
- 55 Stubbs M R. Attractancy to *Oryzophilus Surinamensis* (L.) of volatile material isolated from vacuum distillate of heat-treated carobs. Journal of Chemical Ecology, 1985, 11(3): 565~581
- 56 Su H C F, Speirs R D, Mahany P G. Citrus oils as protectants of black-eyed peas against cowpea weevils; laboratory evaluation. J Econ Ent, 1972, 65, 1433~1436
- 57 Su H C F, Speirs R D, Patric C M. Toxicity of citrus oils to several stored-product insects. Laboratory evaluation. J Econ Ent, 1972, 65, 1438~1441
- 58 Su H C F. Laboratory evaluation of biological activity of *Cinnamomum cassia* to four species of stored-product insects. J Ent Sci, 1985, 20(2): 247~253
- 59 Su H C F. Laboratory evaluation of the toxicity and repellency of coriander seed to four species of stored-product insects. J Ent Sci, 1986, 21(2): 169~174
- 60 Su H C F. Laboratory evaluation of toxicity of calamus oil against four species of stored-product insects. J Ent Sci, 1991, 26(1): 76~80
- 61 Su H C F. Toxicity and repellency of chenopodium oil to four species of stored-product insects. J Ent Sci, 1991, 26(1): 178~182
- 62 Usha Rani P, Osmani Z. Comparative assessment of topical application and fumigation treatments with certain essential oils for toxicity against *Musca domestica nebul* (L.). International Pest Control, 1984, 26(2): 44~45
- 63 Voaden D j, Jacobson M. Synthesis and biological evaluation of candidate nonenyl acetates as melon fly ovipositional attractances. J Agric Food Chem, 1984, 32(4): 769~773
- 64 Yadava R L. Use of essential oil of *Acorus calamus* L. as an insecticide against the pulse beetle. *Bruchus chinensis* L. Z Angew Ent, 1971, 68, 289~294
- 65 Zuelsdorff N T, Burkholder W E. Toxicity and repellency of Umbelliferae plant compounds to the granary weevil. *Sitophilus granarius*. RAE A, 1980, 68(12): 768

RECENT ADVANCES IN THE APPLICATION OF ESSENTIAL
OILS FOR THE CONTROL OF INSECT PESTS

Xu Hanhong Chiu Shin—Foon

(Lab. of Insect Toxicology ,South China Agr. Univ.)

Abstract Researches on essential oils applied against insect pests were reviewed in this paper focusing on four sections as follows;

- 1 Attractancy of essential oils toward the insects;
- 2 Repellent ,antifeedant and insect growth inhibitory actions of essential oils;.
- 3 Toxicity of essential oils to insect pests;
- 4 Synergistic effect of certain essential oils when mixed with other essential oils or synthetic insecticides.

Key words Essential oils; Control of insect pests