

植物杀螨研究概述

周宇杰¹, 周明玉¹, 陈月娣¹, 徐铁平¹, 丁伟²

(¹浙江省诸暨市农业技术推广中心, 浙江诸暨 311800; ²西南大学植物保护学院, 重庆 400176)

摘要:植物在自身防御以及与有害生物的相互适应、协同进化过程中产生了多种次生代谢物, 其中有部分次生代谢物具有杀螨活性。笔者综述了近年来国内外学者对瑞香科、楝科、茄科等10多个科的植物杀螨活性研究动态, 并探讨了中国植物源杀螨剂发展存在的问题以及前景。

关键词:植物; 杀螨; 概述

中图分类号: S482.1

文献标志码: A

论文编号: 2010-3103

Summary of Research on Botanical Acaricidal Activities

Zhou Yujie¹, Zhou Mingyu¹, Chen Yuedi¹, Xu Tieping¹, Ding Wei²

(¹Zhuji Agro-Tech Extension and Service Center, Zhuji Zhejiang 311800;

²College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400176)

Abstract: Various secondary metabolites are produced in the process of botanic self-defending against harmful organs, even of co-evoluting between botanies and their pest. However, part of these secondary metabolites are of botanical acaricide activation. The author concentrated on problems of the academic study on the plants with acaricidal activities, which would be based on the present research on plants, such as Thymelaeaceae, Meliaceae, Solanaceae, etc. and finally directed a way for the research of the acaricide.

Key words: plants; acaricidal; summary

0 引言

植物体内含有多种生物活性物质, 其产生的次生代谢物超过40万余种, 其中如生物碱、萜烯类、精油类等物质均具有杀虫抑菌或除草活性。由于植物源农药具有选择性高、不易产生抗药性、对人畜相对安全, 并且对环境友好、便于降解等特点, 近年来一直为人们所关注, 随着科技水平的提高, 研究人员先后从除虫菊(*Chrysanthemum cinerifolium*)、烟草(*Nicotiana* spp.)、川楝(*Melia toosendan* Sieb. Et Zuce)中筛选分离出活性化合物, 将其商业化后服务于病虫害防治。

螨虫属于蜱螨亚纲的一类体型微小的动物, 有别于昆虫。世界上已发现螨虫有50000多种, 仅次于昆虫, 其中有不少种类影响人类身体健康(如尘螨、恙螨等), 还有的对农作物造成危害(如柑橘全爪螨、叶螨等)。由于其体型小, 产生危害时不易被察觉, 因此在现实防治过程中常常被忽略, 市面上用于防治螨类的

药剂也相对较少。近年来, 国内外学者在对植物源农药研究过程中, 已发现多种植物具有杀螨活性, 这有助于为筛选出新型作用靶标的杀螨先导化合物提供思路, 并为研制开发出安全、高效的杀螨剂奠定基础^[1]。

1 国内外杀螨植物的研究现状

Grange 和 Ahmed^[2]在1988年报道约有2400种植物含有控制有害生物的活性, 其中具有杀螨活性的植物就有40余种。目前, 国内外研究较多的杀螨植物中主要有瑞香科、楝科、茄科、豆科、菊科等。

1.1 瑞香科

乔木或灌木, 少为草本, 约50属, 500种, 中国有9个属90余种植物, 主要分布于长江以南各地。研究表明, 瑞香狼毒(*Stellera chamaejasme* L.)提取物对山楂叶螨(*Tetranychus viennensis*(Zacher))有一定的触杀活性, 其中氯仿、石油醚提取物触杀活性较高, 用植物干粉配制30 mg/mL溶剂处理后24 h死亡率达100%,

基金项目: 重庆市自然科学基金资助项目(2004-6599)。

第一作者简介: 周宇杰, 男, 1978年出生, 浙江诸暨人, 农艺师, 硕士, 主要从事病虫害预测与防治工作。通信地址: 311800 浙江省诸暨市农业技术推广中心, E-mail: zhouyujie1@126.com。

收稿日期: 2010-11-02, 修回日期: 2010-11-17。

在内吸作用下,甲醇、氯仿、石油醚提取物的活性则相对较高,24 h校正死亡率分别达到85%、100%和88%^[3]。而瑞香狼毒石油醚提取物在0.01 g/mL浓度下24 h对柑橘全爪螨(*Panonychus citri*)的杀螨效果也达100%,杀卵率达99%,其24 h LC_{50} 为10.13 mg/L, LC_{99} 为102.00 mg/L^[3-4]。贺春贵^[5]通过测定几种植物乙醇提取物的杀螨活性,也发现瑞香狼毒对朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval))有一定的杀螨活性。

1.2 楝科

通常为乔木或灌木,约50属,1400种,分布于热带和亚热带地区,少数分布至温带地区,中国产15属,59种。该科中多数植物都含有杀虫成分,对多种害虫有拒食、忌避、抑制产卵、破坏表皮形成和生长发育调节等作用。华南农业大学用1.4%印楝油乳剂喷雾,对柑橘全爪螨校正死亡率达91.3%~99.0%,而且对捕食性红蜘蛛及一种植食性螨的主要天敌——智利小钝绥螨(*Phytoseiulus persimilis*)安全^[6]。魏喜葵等^[7]室内测定,苦楝油对柑橘全爪螨有毒杀效果,而对天敌组氏钝绥螨(*Amblyseius newsami* (Evans))安全,川楝油和印楝油对柑橘全爪螨也有较高的毒杀效果。国外科研人员同时也发现印楝对二斑叶螨(*Tetranychus urticae* (Koch))、朱砂叶螨均具有防除效果^[8-13],用1 μ L的1%印楝素处理二斑叶螨卵,5d后有14.5%的卵死亡^[14]。

1.3 茄科

直立或蔓生的草本或灌木,稀乔木,具双韧维管束。本科约80属,3000种,广布于温带及热带地区,美洲热带种类最多,中国有24个属约115种。茄科植物烟草(*Nicotiana tobacum*)中提取的烟碱(nicotine)对山楂叶螨、麦长腿红蜘蛛(*Petrobia lateens*)有较强的毒杀效果^[6,15]。烟碱的复配剂0.02%油酸烟碱阿维乳油处理柑橘全爪螨药后1、3、7天的防效均达100%^[16]。番茄(*Lycopersicon esulentum* (Mill))同样具有杀螨活性,从番茄植株中分离到的番茄苷(tomatine)和2-十三烷酮对叶螨具有较强毒杀作用^[17-18]。同时,贺春贵^[6]也证明了番茄乙醇提取物对朱砂叶螨有一定的触杀作用。而茄科的另一种植物芦丁(*Sophora japonica* L.)对截形叶螨(*Tetranychus truncates* (Ehara)) 24 h LC_{50} 为94.00 μ g/g^[19]。国外科研人员发现番荔枝(*Annona squamosa*)和巴婆(*Asimina trioba*)的主要有效成分,如asimicin annonin和neoannonin对朱砂叶螨也有强烈的致死作用。

1.4 豆科

1年生或多年生草本,灌木、乔木或攀援大藤本,

常有能固氮的根瘤植物。约600属12000种分布在世界各洲,中国约有120个属,900种。《中国土农药志》记载,苦参(*Sophora flavescens*)成分含金雀花碱和苦参碱,能防治蔬菜、果树害虫、朱砂叶螨等。袁静^[20]和任应党^[21]也报道,苦参碱具有较高的杀螨活性,能有效杀死朱砂叶螨和苹果叶螨,同时苦参素对苹果叶螨有效^[22]。豆科中的苦豆子(*Sophora alopecuroids* L.)含有苦豆子生物碱,《新疆植被及其利用》一书记载可杀灭蚜虫、红蜘蛛。研究表明,苦豆子对螨类有明显作用,能有效控制麦长腿红蜘蛛、朱砂叶螨、山楂叶螨和二斑叶螨^[6,23]。1989年,Latif等发现澳洲密茛苳(*Dinosperma erythrococca*)乙醇提取物对二斑叶螨有一定的生物活性,经活性追踪分离鉴定出的5种异丁基酰胺均能有效杀死二斑叶螨。鱼藤(*Derris trifoliata*)作为传统杀虫植物,其煤油浸出液防治柑橘全爪螨效果不错。而从豆科植物毛鱼藤(*Derris elliptica* (Roxb.) Benth.)根中分离到的毛鱼藤酮(elliptone)杀螨活性与鱼藤酮(rotenone)相当,两者对柑桔全爪螨的24 h LC_{50} 分别为0.133 μ g/mL,0.153 μ g/mL^[24]。黑香豆(*Dipterix odorata*)环己烷提取物对欧洲屋尘螨(*Dermatophagoides pteronyssinus*)有触杀活性,从黑香豆中分离到的香豆素以及香豆素衍生物也具有一定的杀螨活性^[25]。羽扁豆(*Lupinus pilosus*)对朱砂叶螨有驱避作用,48 h内驱避率可达到75%以上^[26]。三叶草植物 *Trifolium glanduliferum* 和 *Trifolium strictum* 中的 β -紫罗(兰)酮(β -ionone)和香豆素(coumarin)在100 μ L/L浓度下对红腿地螨(*Halotydeus destructor*)的拒食率达到94%和76%^[27]。

1.5 菊科

草本、半灌木或灌木,稀乔木,本科约1000属,25000~30000种,广布全世界,热带较少,中国约200余属,2000多种,全国都有分布。万寿菊甲醇提取物对朱砂叶螨有触杀、杀卵活性,以及产卵忌避和抑制产卵作用。而艾属植物也具有一定的活性,Chiasson等通过3种不同的提取方法对苦艾(*Artemisia absinthium*)和艾菊(*Tanacetum vulgare*)进行提取,发现用蒸汽蒸馏法提取的苦艾提取物处理二斑叶螨,48 h死亡率可达到83.2%;艾菊提取物处理二斑叶螨48 h后,死亡率最高为75.6%^[28]。同属植物黄花蒿(*Artemisia annua* L.)的石油醚、苯、乙醚、丙酮和水提取物也有一定的杀螨活性,其中10 g/L丙酮粗提物活性最强,对朱砂叶螨48 h、72 h的校正死亡率分别为90.64%和100%^[29]。恶性杂草——紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* (Spreng))是菊科泽兰属丛生型半灌木多年生草本植

物,刘燕萍等^[26]研究表明,紫茎泽兰乙醇提取物对柑橘全爪螨和二斑叶螨分别有毒杀和拒食活性^[30]。另外,粘性旋覆花(*Inula viscose*)对朱砂叶螨也有较弱活性,48 h死亡率超过25%。

1.6 藜科

草本或灌木,很少是小乔木,约100属,1400多种,分布极广,主产温、寒带的荒溪、海滨或盐土地区,中国有39属,170种,主要分布于北部和西北部。地肤(*Kochia scoparia*(L.)Schrad)属于藜科地肤属1年生草本植物,是中国的传统野菜,也是一种传统的中药材。2004年,侯辉等通过杀螨活性植物筛选,发现地肤提取物对螨类有很强的生物活性,地肤氯仿提取物以氯仿萃取物对二斑叶螨和朱砂叶螨的生物活性最高,24 h LC₅₀分别为0.8086 mg/mL和0.4914 mg/mL^[31],将地肤氯仿萃取物柱层析后,分离得到的F₅(馏分9)处理朱砂叶螨和二斑叶螨,24 h死亡率分别达到94.87%和77.01%^[32]。藜科植物土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)的精油能有效防治二斑叶螨和欧洲红螨(*Panonychus ulmi*(Koch))的成螨和卵的孵化,0.5%浓度的精油处理二斑叶螨比0.7%的印楝油效果更好^[33-34]。

1.7 桃金娘科

大多为高大乔木,少数是小乔木,约100属,3000种,分布于热带地区,美洲和大洋洲尤盛,中国原产的有8属,89种,引入栽培的有8属,73种,共162种。桃金娘科植物丁香(*Eugenia caryophyllata*)在中国东北至西南各省均有分布,是中国的一种传统中药,其正己烷提取物24 h和72 h处理朱砂叶螨,LC₅₀分别为1.5333 g/L和0.5796 g/L,苯提取物24 h和72 h处理朱砂叶螨,LC₅₀分别为4.4393 g/L和1.3537 g/L^[35]。从丁香芽精油中分离到的丁香醇和它的同类化合物(乙酰丁香酯、异丁子香酚和甲基丁香酚)对尘螨和腐食酪螨(*Tyrophagus putrescentiae*(Schrank))亦具有触杀和熏蒸作用^[36-37]。1998年,Yatagai等^[38]研究发现灌木白千叶层属黄金香柳(*Melaleuca bracteata*)精油对欧洲屋尘螨具有很强的杀螨活性。而赤桉(*Eucalyptus camaldulensis*)精油对朱砂叶螨也具有较弱的杀螨活性,48 h死亡率超过25%^[26,39]。柠檬桉(*Eucalyptus citriodora*)精油亦对二斑叶螨具有熏蒸作用^[40]。

1.8 唇形科

通常为多年生至1年生草本,本科约220属,3500余种,广布于全世界,中国约有99属,800余种,全国均有分布。1986年,Mansour等^[41]曾报道唇形科14个种的精油对朱砂叶螨有毒性。1994年,徐心植等^[42]发现

益母草(*Leonurus heterophyllus*(Sweet))抽提物对柑橘全爪螨有触杀作用,24 h LC₅₀为23.4 mg/kg,并且在甲醇抽提物中的杀螨有效成分初步确定为水苏碱和益母草定等。益母草乙醇提取物150倍稀释液对柑橘全爪螨的12 h和24 h校正死亡率全为100%,250倍液对二斑叶螨的校正杀卵率为76.32%和64.41%;益母草乙醇提取物1000倍液12 h、24 h对柑橘全爪螨的拒食率达到73.25%和71.87%,对二斑叶螨的拒食率分别为65.26%和57.23%^[30]。唇形科植物葡萄筋骨草(*Ajuga reptans* L.)、日本筋骨草(*Ajuga nipponensis*(Makino))、九味一枝蒿(*Ajuga remota*(Benth))和紫背金盘(*Ajuga nipponensis*)中发现了为数众多的类似二萜类化合物,对棉红蜘蛛均有拒食作用。在温室条件下,夏季香薄荷(*Satureja hortensis* L.)、罗勒(*Ocimum basilicum* L.)、百里香(*Thymus vulgaris* L.)、姜味草(*Micromeria fruticosa* L.)、猫薄荷(*Nepeta racemosa* L.)和牛至(*Origanum vulgare* L.)精油对二斑叶螨的蛹和成虫都有毒杀作用,而以夏季香薄荷效果最佳^[43-44],其中叙利亚牛至(*Origanum syriacum*)精油还对朱砂叶螨有效,24 h死亡率可达到96%^[39]。2004年,Choi等用 9.3×10^{-3} μL/mL浓度的薄荷油熏蒸二斑叶螨,24 h死亡率为99%^[40]。科研人员通过对6个澳大利亚唇形亚科67种植物进行筛选,发现筋骨草亚科(Ajugoideae)、荆芥亚科(Nepetoideae)、牡荆亚科(Viticoideae)、绿花亚科(Chloanthoideae)和黄芩亚科(Scutellarioideae)植物对二斑叶螨均有杀螨活性,其中香菜茶属(*Plectranthus*)25种植物活性最强^[45]。

1.9 大戟科

乔木、灌木或草本,常含乳状汁。本科约300属,8000种,广布全世界,主产热带,中国约有66属,360余种,主产长江流域以南各省区。雀儿舌头(*Andrachne chinensis* Bge.)多年生小灌木,在中国吉林、辽宁、山西、四川、云南等大部分省份均有分布,其水、醇、氯仿和石油醚提取物对朱砂叶螨均有较强的触杀作用,12 h后水、甲醇、氯仿和石油醚提取物的LC₅₀值分别为0.1030、0.1215、0.1259、0.1336 mg/mL。其中,水和甲醇提取物对朱砂叶螨的触杀作用最强烈,处理12 h后0.5%水、氯仿和石油醚提取液的校正死亡率均在70%以上,水提取液则达77.2%,48 h后表现出显著的触杀致死效应,石油醚提取物0.5%浓度的校正死亡率达到100%,其他各提取物0.5%浓度的校正死亡率均有显著的提高,均在88%以上^[46]。2005年,Soonthornchareonnon等^[47]从三宝木属植物(*Trigonostemon reidioides*)根正乙烷提取物中分离到

的瑞香烷二萜(daphnane diterpenoids)能有效防除屋尘螨。

1.10 其他科植物

樟科肉桂树皮中提取到的肉桂醛以及11种同类化合物对腐食酪螨有触杀和熏蒸活性,比常用杀螨剂苯(甲)酸苄酯、DEET和邻苯二甲酸盐效果更好^[46]。Boyd和Alverson^[49]于2000年研究发现百合科植物大蒜(*Allium sativum* L.)的精油对二斑叶螨具有驱避作用。而从4种松科植物意大利五针松(*Pinus pinea* L.)、地中海白松(*Pinus halepensis*)、海岸松(*Pinus pinaster* (Soil))和南欧黑松(*Pinus nigra* (Amold))枝条中提取的精油对储藏害螨腐食酪螨有熏蒸活性,其中8 μ L浓度的意大利五针松和它的2种成分(1,8-桉树脑和柠檬精油)能使螨死亡率达到100%^[50]。从毛茛科植物牡丹(*Paeonia suffruticosa*)的根皮提取到的芍药醇(paeonol)和安息香酸(benzoic acid)对粉尘螨(*Dermatophagoides farinae*)有效^[51]。伞形科植物川芎(*Cnidium officinale*)根茎中的亚丁烯基苯酞(butylidenephthalide)处理腐食酪螨、粉尘螨和屋尘螨24 h, LD₅₀分别为5.80 μ g/cm²、6.77 μ g/cm²和6.47 μ g/cm²^[52-53]。2004年, Lee等^[54-55]发现茴香(*Foeniculum vulgare*)种子精油对腐食酪螨、粉尘螨和屋尘螨有触杀毒性,处其主要活性成分为(+)-香芹酮和茴香酮(fenchone)。而孜然(*Cuminum cyminum* L.)和茴芹(*Pimpinella anisum* L.)精油处理朱砂叶螨24 h,其死亡率可达到100%和73.3%^[29]。2005年,研究发现从柏科植物日本扁柏(*Chamaecyparis obtuse*)叶中分离到的 β -苧烯素对储藏害螨类屋尘螨和粉尘螨有毒杀活性^[56]。而从日本罗汉柏(*Thujopsis dolabrata*)中分离到的香芹酚(carvacrol)和 β -侧醇(β -thujaplicine)还对二斑叶螨具有毒杀作用^[57]。另外,地中海柏木(*Cupressus sempervirens*)和丝柏(*Allium sativum*)对朱砂叶螨的驱避效果可达到75%以上^[26]。番茄枝科紫玉盘属植物(*Uvaria versicolor*)和(*Uvaria klaineane*)的甲醇和乙烷提取物处理屋尘螨24 h, LD₅₀分别为0.095 g/m²和0.12 g/m²^[58]。从肯尼亚紫金木科(Myrsinaceae)植物中分离到的苯醌(benzoquinone)也具有杀螨活性^[59]。胡椒科植物茛苳(*Piper longum* L.)含有的piperoctadecalidine处理二斑叶螨48 h, LD₅₀为246 mg/L^[60]。天南星科植物菖蒲(*Acorus calamus* Linn.)精油在10⁴ μ L/L浓度下处理二斑叶螨24 h,其死亡率达到93%^[61]。2004年, Mansour等^[26]研究发现白花菜科刺山柑(*Capparis spinosa*)、漆树科西西里漆树(*Rhus coriaria*)、无叶怪柳(*Tamarix aphylla*)均对朱砂

叶螨具有驱避作用,48 h内驱避率可达到75%以上。禾本科爪哇香茅(*Cymbopogon winterianus*)和香菜科香菜(*Coriandrum sativum*)精油都对二斑叶螨具熏蒸活性^[60]。骆驼蓬(*Peganum harmala* L.)系蒺藜科多年生草本植物,对山植叶螨、果苔螨(*Bryobia rubrioculus* (Scheuten))、麦岩螨(*Petrobia lateens* (Muller))、截形叶螨具有显著的触杀作用,其中对山植叶螨和麦岩螨效果显著^[62]。还有,蓝雪科植物白花丹(*Plumbago zeylanica* L.)根提取物对柑橘全爪螨有良好的杀螨、杀卵和产卵抑制活性^[63]。

2 存在的问题

虽然植物源杀螨剂具有化学农药无可比拟的优点,却受到自身存在的缺点和研究开发问题的困扰。

(1)基础研究不深入。目前大多数杀螨植物研究仅限于对植物粗提物进行生物测定,明确某种植物是否对螨类具有杀伤或趋避等作用,但并未从中筛选分离出具有高度活性的先导化合物,这在一定程度上限制了植物源杀螨剂的商业化开发和应用。

(2)植物体内杀螨活性成分含量的不确定性。由于活性化合物的多少与植物的品种、种植条件、收获的时间等有关,这给植物直接加工开发利用造成了难度。

(3)活性成分不稳定,易降解。植物源杀螨剂一般属于天然化合物,在自然界中可自行参与物质和能量代谢循环,多数活性成分对光、热不稳定,易于降解。

(4)植物资源有限。通常,植物体内活性成分的含量不高,提取对螨虫具有一定作用的物质需要大量植物原材料。然而,由于大多数野生植物属于濒危或保护性资源,如果直接加工利用,即使大量种植栽培在一定程度上质量、数量以及成本都难以满足企业用作生产原料的要求。

3 展望

地球上的植物资源十分丰富,单有毒植物种类就占植物种类总数的4%。随着近年来化学农药的大规模使用导致环境问题日益严峻,因此植物源农药的研究开发受到了各方面重视。到目前为止,油酸烟碱乳油、苦参素乳油、印楝素乳油、苦皮藤乳油等已相继问世,为开发新农药提供了模板,为解决“3R”问题提供了途径。

现今植物源农药发展迅猛的同时给植物源杀螨剂的研究创造了机遇,为了最大限度地发挥植物源杀螨剂的优点,开发出在实践中具有推广制剂,应当侧重于对植物活性物质的作用机理、分离纯化、物质结构、主要活性成分与次要活性成分协同作用、制剂加工等方面研究,并以植物活性成分作为先导化合物结构模板,

对其进行结构优化。总之,随着生物信息、分离鉴定和仪器分析等技术的发展,植物源杀螨剂的研究将不断取得新的突破。

参考文献

- [1] 韩建勇,曾鑫年,杜利香,等.几种植物的杀螨活性研究初报[J].广东农业科学,2003,2:43-46.
- [2] Grange M, Ahmed S. Handbook of plants with pest control properties[M]. Wiley-Interscience, 1988:4.
- [3] Shi G L, Liu S Q, Cao H, et al. Acaricidal Activities of Extracts of *Stellera chamaejasme* Against *Tetranychus viennensis* (Acari: Tetranychidae)[J]. J. Econ. Entomol, 2004, 97(6): 1912-1916.
- [4] 潘为高,高平,刘燕萍,等.瑞香狼毒各组分杀螨活性及组分间相互作用的研究[J].四川大学学报:自然科学版,2004,41(1):208-211.
- [5] 贺春贵.几种植物杀虫剂的初步研究[J].甘肃农业大学学报,1996, 31(3):233-235.
- [6] 赵莉薇,刘素琪,侯辉,等.植物源杀螨剂的研究进展[J].植物医生, 2004, 17(3):4-6.
- [7] 魏喜葵,赵善欢,黄彰欣.苦楝油防治桔全爪螨的研究[J].华南农业大学学报,1989,10(4):48-55.
- [8] Sundaram K M S, Sloane L. Effects of pure and formulated azadirachtin, a neem-based biopesticide, on the phytophagous spider mite, *Tetranychus urticae* Koch[J]. J. Environ. Sci. Health B., 1995, 30:801-814.
- [9] Dimetry N Z, Amer S, Reda a. Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch[J]. J. Appl. Entomol, 1993, 116:308-312.
- [10] Mansour F A, Ascher K R S. Effects of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts from different solvents on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*[J]. Phytoparasitica, 1983, 11:177-185.
- [11] Lawrence A D, Williams L, Mansingh A. The insecticidal and acaricidal actions of compounds from *Azadirachta indica* (A. Juse) and their use in tropical pest management[J]. Integrated Pest Management Reviews, 1996, 1:133-145.
- [12] Hiisaar K, Luik A, Kuusik A. et al. The effect of NeemAzal T/S on the mortality of mite *Tetranychus urticae* Koch and some insects-Aphis gossypii Glov. and Thrips tabaci Lind. Practice Oriented Results on Use and Productions of Neemingredients and Pheromones[C]. Proc. 8th Workshop, 2000.41-45.
- [13] Sundaram K M S, Campbell R, Sloane L, et al. Uptake, translocation, persistence and fate of azadirachtin in aspen plants (*Populus tremuloides* Michx.) and its effect on pestiferous two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) [J]. Crop Protection, 1995, 14(5):415-42.
- [14] Mansour F A, Ascher K R S, Moch F A. Effects of neemgard on phytophagous and predacious mite and on spiders[J]. Phytoparasitica, 1997, 25(4):333-336.
- [15] 赵国林,姜双林,刘斌.烟碱的室内毒力及大田药效测定[J].甘肃农业科技,1997,10:31-32.
- [16] 孙新纹,顾明洁.10%油酸烟碱·阿维乳油对几种害虫的防治效果[J].甘肃农业科技,2003,8:49-51.
- [17] 郑文华,沈征言.番茄[M].北京:农业出版社,1986:61-62.
- [18] Dimock M B. Toxicity studies of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato[J]. J. Chem. Ecol, 1982, 8:837-842.
- [19] 徐美娟,管致和.番茄植株中黄酮类对菜青虫(*Pieris rapae* L.)的活性组分及其对截形叶螨(*Tetranychus truncatus* Ehara)的毒效[J].北京农业大学学报,1993,19(2):55-61.
- [20] 袁静,吕良忠,从斌.苦参生物碱杀虫生物活性测定[J].农药,2004,43(6):284-287.
- [21] 任应党,刘红彦,张志勇,等.10种新型药剂对苹果叶螨的田间药效[J].北京农学院学报,2004,19(4):10-12.
- [22] 马振江,芮欣虹,雍文,等.苦参素植物杀虫剂防治红蜘蛛和桃小食心虫的田间药效试验[J].宁夏农学院学报,2002,23(4):75-76.
- [23] 王国利,刘长仲.苦豆子和铁棒锤提取物对苜蓿蚜和二斑叶螨的毒力测定[J].甘肃科技,2001,17(4):32-32.
- [24] 曾鑫年,张善学,方剑峰,等.毛茛碱与鱼藤酮杀虫活性比较[J].昆虫学报,2002,45(5):611-616.
- [25] Gleye C, Lewin G, Laurens A. Acaricidal activity of tonka bean extracts. Synthesis and structure-activity relationships of bioactive derivatives[J]. J. Nat. Prod, 2003, 66:690-692.
- [26] Mansour F, Azaizeh H, Saad B, et al. The potential of middle eastern flora as a source of new safe bio-acaricides to control *Tetranychus cinnabarinus*, the carmine spider mite[J]. Phytoparasitica, 2004, 32(1):66-72.
- [27] Wang S F, Ghisalberti E L, Smith J R. Volatiles from *Trifolium* as feeding deterrents of redlegged earth mites[J]. Phytochemistry, 1999, 52:601-605.
- [28] 周宇杰,丁伟,王春升.青蒿粗提物对朱砂叶螨生物活性的初步研究[J].西南农业大学学报,2006,28(2):305-308.
- [29] Helene C, Andre B, Bostanian N, et al. Acaricidal Properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) Essential Oils Obtained by Three Methods of Extraction[J]. Horticultural Entomology, 2001, 94(1):167-171.
- [30] 刘燕萍,高平,潘为高,等.紫茎泽兰等几种植物提取物对两种农业害螨的毒力作用研究[J].四川大学学报,2004,41(1):212-215.
- [31] 侯辉,赵莉薇,曹辉,等.地肤中杀螨活性成分的提取与初步分离[J].山东农业科学,2004,1:47-48.
- [32] 侯辉,赵莉薇,师光禄,等.地肤提取物杀螨活性的研究[J].植物保护, 2004, 30(3):42-45.
- [33] Chiasson H, Bostanian N J, Vincent C. Acaricidal properties of a *Chenopodium*-based botanical[J]. J. Econ. Entomol, 2004, 97(4): 1373-1377.
- [34] Bostanian N J, Akalach M, Chiasson H. Effects of a *Chenopodium*-based botanical insecticide/acaricide on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae) and *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae)[J]. Pest Management Science, 2005, 61(10):979-984.
- [35] 张永强,丁伟,赵志模,等.中药植物丁香杀虫杀螨活性研究[J].西南农业大学学报:自然科学版,2004,26(4):29-432.
- [36] Kim E H, Kim H K, Ahn Y J. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae)[J]. J. Agric.

- Food Chem,2003,51:885-889.
- [37] Kim E H, Kim H K, Choi D H. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae)[J]. Appl. Entomol. Zool,2003,38(2):261-266.
- [38] Yatagai M, Ohira T, Nakashima K. Composition, miticidal activity and growth regulation effect on radish seeds of extracts from *Melaleuca* species[J]. Biochemical Systematics and Ecology,1998, 26:713-722.
- [39] Tunc I, Sahinkaya S. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,1998, 86:183-187.
- [40] Choi W I, Lee S G, Park H M, et al. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae)[J]. J. Econ. Entomol.,2004,97(2): 553-558.
- [41] Mansour F, Ravid U, Putievsky E. Studies on the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus*[J]. Phytoparasitica,1986,14:137-142.
- [42] 徐心植,邓小强,徐田炜,等.益母草抽提物杀虫、螨作用及其机制研究[J].江西农业学报,1994,6(2):128-134.
- [43] Aslan I, Özbek H, C,almas,ur O. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn[J]. Industrial Crops and Products,2004,19(2):167-173.
- [44] C,almas,ur O, Aslan I, Sahin F. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn[J]. Industrial Crops and Products, 2006,23(2):140-146.
- [45] Rasikari H L, Leach D N, Waterman P G. Acaricidal and cytotoxic activities of extract from selected genera of Australian Lamiaceae [J]. Horticultural Entomology,2005,98(4):1259-1266.
- [46] 王文琪,韩巨才,刘慧平.雀儿舌头根提取物对朱砂叶螨生物活性的初步研究[C].第二届全国植物农药暨第六届毒理学术讨论会论文集,2001,11:183-186.
- [47] Soonthorncharenon N, Sakayarojkul M, Isaka M, et al. Acaricidal daphnane diterpenoids from *Trigonostemon reidioides* (Kurz) carib roots[J]. Chem. Pharm. Bull.,2005,53(2):241-243.
- [48] Kim H K, Kim J R, Ahn Y J. Acaricidal activity of cinnamaldehyde and its congeners against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae)[J]. Journal of Stored Products Research,2004,40:55-63.
- [49] Boyd D W, Alverson D.R. Repellency effects of garlic extracts on twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch[J]. J.Entomol.Sci., 2000,35:86-90.
- [50] Macchioni F, Cioni P L, Flamini G. Acaricidal activity of pine essential oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored food mite[J]. J.Agric.Food Chem,2002,50: 4586-4588.
- [51] Kim H K, Tak J H, Ahn Y J. Acaricidal activity of *Paeonia suffruticosa* root bark-derived compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae)[J]. J.Agric.Food Chem,2004,52:7857-7861.
- [52] Kwon J H, Ahn Y J. Acaricidal activity of *Cnidium officinale* rhizome-derived butyridenepthalide against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae)[J]. Pest Managemet Science,2002, 59:119-123.
- [53] Kwon J H, Ahn Y J. Acaricidal activity of butyridenepthalide identified in *Cnidium officinale* rhizome against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae) [J]. J.Agric.Food Chem,2002,50:4479-4483.
- [54] Lee C H, Sung B K, Lee H S. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored-food mite[J]. Journal of Stored Products Research,2006,42: 8-14.
- [55] Lee. Acaricidal activity of constituents identified in *Foeniculum vulgare* fruit oil against *Dermatophagoides* spp. (Acari: Pyroglyphidae)[J]. J.Agric.Food Chem,2004,52:2887-2889.
- [56] Jang Y S, Lee C H, Kim M K. Acaricidal activity of active constituent isolated in *Chamaecyparis obtuse* leaves against *Dermatophagoides* spp.[J]. J.Agric.Food Chem,2005,53:1934-1937.
- [57] Ahn Y J, Lee S B, Lee H S, et al. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and β -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* Sawdus[J]. Journal of Chemical Ecology,1998,24(1): 81-90.
- [58] Akendengue B, Milama E N, Bourbou H B, et al. Acaricidal activity of *Uvaria versicolor* and *Uvaria klaineana* (Annonaceae)[J]. Phytotherapy Research,2003,17:364-367.
- [59] Midiwo J O, Yenesew A, Juma B F, et al. Bioactive compounds from some Kenyan ethnomedicinal plants: *Myrsinaceae*, *Polygonaceae* and *Psidium punctulata*[J]. Phytochemistry Reviews, 2002,1:311-323.
- [60] Park B S, Lee S E, Choi W S, et al. Insecticidal and acaricidal activity of pipernonaline and piperocetadecalidine derived from dried fruits of *Piper longum* L.[J]. Crop Protect,2002,21(3):249-251.
- [61] Tewary D K, Bhardwaj A, Shanker A. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas[J]. Industrial Crops and Products,2005,22(3):241-247.
- [62] 赵国林,姜双林,薛林贵,等.骆驼蓬粗提物对植食性螨类的药效试验初报[J].西北农业大学学报,1997,25(4):106-109.
- [63] 韩建勇,曾鑫年,杜利香.白花丹根提取物的杀螨活性[J].植物保护学报,2004,31(1):85-90.