

蒿属植物的农药活性及其有效成分

周利娟 桑晓清 孙永艳 杨文杰

(华南农业大学 亚热带农业生物资源保护与利用国家重点实验室 广东 广州 510642)

摘要: 综述了蒿属植物的杀虫、杀螨、杀菌、除草、杀线虫和杀软体动物活性及相应的有效成分。该属中具有杀虫杀螨活性的主要有黄花蒿、野艾蒿、苦艾、萹蒿、毛茛蒿、西南牡蒿、大籽蒿、猪毛蒿、茵陈蒿、蒙古蒿、巴儿古津蒿、南亚蒿、犹地蒿和 *Artemisia monosperma* 等,其主要有效成分是桉树脑、龙脑、樟脑、石竹烯、异石竹烯和 β -法呢烯等。该属中具有杀菌活性的主要有黄花蒿、银叶艾蒿、湿地蒿、苦艾、阿拉伯艾蒿、牛蒿、犹地蒿、巴儿古津蒿、萹蒿、宽叶山蒿和 *Artemisia molinieri*,其主要有效成分是樟脑、桉树脑、龙脑、类黄酮、烯炔、萜烯、烷烃和有机酸等。该属中具有除草活性的主要有魁蒿、油蒿、灰孢蒿、黄花蒿、三齿蒿、猪毛蒿和牛蒿,其主要有效成分是桉树脑、樟脑、蒿乙醚、单萜和倍半萜类化合物。苦艾具有杀线虫活性。具有杀软体动物活性的主要有苦艾和狭叶青蒿。其中的黄花蒿、苦艾、猪毛蒿、巴儿古津蒿和犹地蒿等活性多样,在植物性农药领域值得进一步研究和开发。

关键词: 蒿属; 农药活性; 有效成分

中图分类号: S482.1 文献标志码: A 文章编号: 1000 - 2286(2012)04 - 0699 - 06

Pesticidal Activities and Active Ingredients of *Artemisia*

ZHOU Li-juan, SANG Xiao-qing, SUN Yong-yan, YANG Wen-jie

(State Key Laboratory for Conservation and Utilization of Subtropical Agro-bioresources, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Recent studies on pesticidal activities and the corresponding active ingredients of *Artemisia* are presented. *Artemisia annua*, *Artemisia lavandulaefolia*, *Artemisia absinthium*, *Artemisia selengensis*, *Artemisia vestita*, *Artemisia parviflora*, *Artemisia sieversiana*, *Artemisia scoparia*, *Artemisia capillarie*, *Artemisia mongolica*, *Artemisia borealis*, *Artemisia nilagirica*, *Artemisia monosperma* and *Artemisia judaica* possess insecticidal activities and the main active ingredients are cineole, borneol, camphor, caryophyllene, isoaryophyllene and farnesene. *Artemisia annua*, *Artemisia ludoviciana*, *Artemisia tournefortiana*, *Artemisia absinthium*, *Artemisia herba alba*, *Artemisia taurica*, *Artemisia judaica*, *Artemisia borealis*, *Artemisia molinieri*, *Artemisia stolonifera* show fungicidal activities and the main active ingredients are camphor, cineole, borneol, flavonoids, olefins, terpene hydrocarbons, alkanes and organic acids. *Artemisia caerulescens* subsp. *gallica*, *Artemisia ordosica*, *Artemisia roxburghiana*, *Artemisia annua*, *Artemisia tridentate*, *Artemisia scoparia* and *Artemisia taurica* exhibit herbicide activities and the main active ingredients are cineole, camphor, arteether, monoterpenes and sesquiterpenes. *Artemisia absinthium* shows nematocidal activity. *Artemisia absinthium* and *Artemisia dracunculus* have molluscicidal activities. In all, *Artemisia annua*, *Artemisia absinthium*, *Artemisia borealis* and *Artemisia judaica* show multiple activities and may be used as botanical pesticides.

收稿日期: 2012 - 03 - 16 修回日期: 2012 - 05 - 22

基金项目: 国家自然科学基金项目(31000870)

作者简介: 周利娟(1976—),女,副教授,博士,主要从事天然农药及抗药性研究, E-mail: zhoulj@scau.edu.cn。

Key words: *Artemisia*; pesticidal activity; active ingredient

蒿属(*Artemisia*)是菊科(Compositae)春黄菊族(Anthemideae)的一个大属,全世界约 300 余种。我国有 186 种 44 变种,分布全国各地,为我国种子植物中少有的大属,是民间广泛使用的一大类药物,其中 1/3 种现用于药用,有消炎、清热、解毒、活血、止血之效。其中分布草原、荒漠地区的有 30 多种,是牧区重要的牲畜饲料和防风、固沙植物,少数种还可提取挥发油或作食用。从该属植物黄花蒿中提取出的青蒿素类药物是目前蜚声世界的疗效最迅速的抗疟药物,青蒿素是我国医药中具知识产权的首批药品,治霍乱药“蕲艾”和治肝、胆病的茵陈蒿都属于该属的植物。

该属具有杀虫、抗菌等多种作用的植物较多,如本属植物黄花蒿(*Artemisia annua*)中含有杀虫杀菌物质^[1],猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)中含有光活化杀虫物质^[2-3],东方魁蒿(*Artemisia princeps* var. *orientalis*)中具有除草活性物质^[4],苦艾(*Artemisia absinthium*)中含有杀线虫活性物质^[5]。

近年来国内外对该属植物的研究日趋深入,已成为国内外的研究热点,由中国科学院华南植物园等单位主持的国际菊科艾蒿类植物研讨会在广东省中山市召开。目前,有关其杀虫杀菌活性及其有效成分方面的研究已进行了大量工作。因此,对蒿属植物的研究和应用有深远的意义和价值。为了进一步研究和开发利用该属植物,笔者将蒿属植物的农药活性及其有效成分研究综述如下。

1 杀虫活性及其有效成分

蒿属植物中许多具有杀虫活性,研究较多的有黄花蒿(*Artemisia annua*)、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia*)、苦艾(*Artemisia absinthium*)、萎蒿(*Artemisia selengensis*)、毛莲蒿(*Artemisia vestita*)、西南牡蒿(*Artemisia parviflora*)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia*)、茵陈蒿(*Artemisia capillaries*)、蒙古蒿(*Artemisia mongolica*)、巴儿古津蒿(*Artemisia borealis*)、南亚蒿(*Artemisia nilagirica*)、*Artemisia monosperma* 和 *Artemisia judaica*。

具有活性并对活性成分进行了研究的植物包括:黄花蒿、野艾蒿、苦艾、萎蒿、毛莲蒿、西南牡蒿、大籽蒿、猪毛蒿、茵陈蒿、蒙古蒿、南亚蒿、*Artemisia monosperma* 和 *Artemisia judaica*,蒿属精油的常见成分是桉树脑、龙脑、樟脑、石竹烯、异石竹烯和 β -法呢烯等。只研究了其杀虫活性而未见活性成分报道的有:艾蒿(*Artemisia princeps*)、南蒿(*Artemisia abrotanum*)和狭叶青蒿(*Artemisia dracunculuss*)。

研究涉及害虫有鳞翅目:麦蛾(*Sitotroga cerealella*)、斜纹夜蛾(*Spodoptera litura*)、甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)、菜青虫(*Pieris rapae*)、豆荚螟(*Etiella zinckenella*)、谷蛾(*Tinea dubiella*)和泛非绒毛螟(*Crocidolomia binotalis*);鞘翅目:赤拟谷盗(*Tribolium castaneum*)、黄粉虫(*Tenebrio molitor*)、菜豆象(*Acanthoscelides obtectus*)、玉米象(*Sitophilus zeamais*)和谷蠹(*Rhyzopertha dominica*);同翅目:棉蚜(*Aphis gossypii*);双翅目:致倦库蚊(*Culex quinquefasciatus*)和果蝇(*Drosophilamelanogaster*);等翅目:黑翅土白蚁(*Odontotermes formosanus*)以及螨类如棉红蜘蛛(*Tetranychus urticae*)、朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)和大蜂螨(*Varroa jacobsoni*)等。分述如下:

黄花蒿粗提物对黑翅土白蚁、赤拟谷盗、谷蠹拒食活性极强,对棉蚜、棉红蜘蛛及豇豆荚螟也具有较强的拒食活性^[1]。黄花蒿对菜青虫有一定的触杀作用和拒食活性,48 h 拒食率为 72.11%,干物质触杀作用的 LC_{50} 为 1.232 g/L^[6-7]。黄花蒿还具有杀螨作用,处理 48 h 后 7 月份叶的丙酮提取物对柑橘全爪螨的 LC_{50} 为 0.422 2 mg/mL, Zhang 等^[8]对叶的丙酮提取物进行柱层析得 20 种不同的组分,其中组分 17 的杀螨活性最高。黄花蒿对朱砂叶螨也具有较强的生物活性,不同月份的黄花蒿叶丙酮提取物对朱砂叶螨 48 h 的 LC_{50} 为 0.598 6 ~ 1.381 7 mg/mL。研究表明黄花蒿的化学成分有青蒿素、青蒿酸、青蒿酸甲酯、青蒿酮、异青蒿酮和丁香烯等^[9]。

野艾蒿精油对玉米象有触杀活性。Yuan 等^[10]应用水蒸气蒸馏法提取出的精油对玉米象的熏蒸毒杀活性比用二氧化碳超临界流体提取法得到的提取物的活性高,应用二氧化碳超临界流体提取法得到的提取物对玉米象的触杀活性比用水蒸气蒸馏法提取出的精油的活性高。水蒸气蒸馏法提取出的精油主要含 31 种化合物,主要成分是桉树脑和 $\alpha, \alpha-4-3$ -三甲基-3-环己烯-1-甲醇。二氧化碳超临界流体提取法得到的提取物主要含 22 种化合物,主要成分是环萜烯和正十六酸。两种方法的提取物含有

6种相同的成分:桉树脑、 α , α -4-三甲基-3-环己烯-1-甲醇、石竹烯、[3aS-(3a, 3b, 4, 7, 7aS)-8-氢-7-甲基-3-亚甲基-4-(1-甲基乙基)-1H-环戊二烯[1, 3]环丙基[1, 2]苯、橙花叔醇和(-)-斯巴醇。Liu等^[11]也报道了野艾蒿对玉米象有活性,野艾蒿对玉米象的熏蒸毒杀的 LC_{50} 值是11.2 mg/L,对玉米象的触杀的 LC_{50} 值是55.2 $\mu\text{g}/\text{头}$,用水蒸气蒸馏法得到的野艾蒿地上部分精油的主要成分是石竹烯(15.5%)、 β -侧柏酮(13.8%)、桉树脑(13.1%)和 β -法呢烯(12.3%)。

苦艾的提取物对泛非绒毛螟3龄幼虫具有明显的拒食和杀虫活性^[12];用顶空固相微萃取(HS-SPME)和GS-MS的方法研究苦艾地上部分挥发油的成分发现72种成分,占挥发油的97%,主要成分是樟脑(14.83%)、对伞花烃(10.35%)、异喇叭茶烯(8.52%)、石竹烯(6.92%)、异蒲勒醇乙酸酯(6.09%)、异戊酸龙脑酯(5.64%)、异石竹烯(5.53%)、异戊二烯(5.09%)和 β -法呢烯(3.94%)^[13]。

菱蒿精油对菜青虫具有较强的拒食和胃毒作用,触杀作用较弱,无熏蒸作用^[14]。处理后,菜青虫5龄幼虫24 h内发生的取食活动和取食间隔的次数减少,平均每次取食活动和取食间隔的时间延长,在每次取食活动中,取食时间明显减少,取食量降低^[15]。菱蒿精油对棉铃虫也具有较强的拒食作用,在一定的浓度范围内,幼虫取食量随浓度的增加而降低,且部分幼虫死于幼虫或蛹期,有的成虫不能正常羽化,其作用方式主要为熏蒸和触杀作用^[16]。应用GC/MS/DS鉴定精油化学成分主要为桉叶油素(37.76%)、龙脑(15.87%)、樟脑(12.34%)、金合欢烯(10.50%)和香草醛(7.12%)^[14]。

毛莲蒿精油对玉米象具有强熏蒸毒杀作用,其 LC_{50} 值为13.42 mg/L,触杀的 LC_{50} 值为50.62 mg/成虫,其主要成分是诱杀烯醇(40.29%)、1,8-桉树脑(14.88%)和樟脑(11.37%)^[17]。

大籽蒿对玉米象具有一定的活性,熏蒸毒杀的 LC_{50} 值是15.0 mg/L,触杀作用的 LC_{50} 值是112.7 $\mu\text{g}/\text{头}$ 。用水蒸气蒸馏法得到的大籽蒿精油的主要成分是桉树脑(9.2%)、丁酸香叶酯(9.2%)、龙脑(7.9%)和樟脑(7.9%)^[11]。

茵陈蒿和蒙古蒿精油对玉米象有熏蒸杀虫活性,其 LC_{50} 分别是5.31 mg/L和7.35 mg/L,同时也表现出触杀活性,其 LD_{50} 分别是105.95 $\mu\text{g}/\text{头}$ 和87.92 $\mu\text{g}/\text{头}$ 。茵陈蒿精油的成分为1,8-桉树脑(13.75%)、大牛儿烯D(10.41%)和樟脑(8.57%),蒙古蒿精油的主要成分是 α -蒎烯(12.68%)、大牛儿烯D(8.36%)和萜品烯(8.17%)^[11]。

猪毛蒿精油对麦蛾、赤拟谷盗和黄粉虫具有良好的忌避作用和杀卵作用,其忌避持效期至少可以维持8周以上^[2]。其有效成分1-苯基-2,4-己二炔在质量分数为0.1%时对玉米象 F_1 代的繁殖抑制率达100%,在质量分数0.02%时对玉米象7 d的死亡率达100%。对农业害虫斜纹夜蛾、菜青虫等也有生物活性^[3]。

西南牡蒿叶片甲醇粗提物对史氏按蚊具有活性,对1龄和4龄幼虫的 LC_{50} 分别是45.61 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和59.60 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。其主要成分是石竹烯、大牛儿烯D、樟脑、蒿酮、1-8桉树脑、D-可巴烯和乙烯基醋酸酯^[18]。

*Artemisia monosperma*精油对果蝇具有生物活性,其中主要含有氧芴、1-苯基-双环[3, 3, 1]-2-壬烯-9-醇苯甲酸和八羟基菲,HPLC分析表明,含有二苯撑氧化物的部分是其活性成分^[19]。

*Artemisia judaica*有效成分是薄荷酮和反式肉桂酸乙酯。反式肉桂酸乙酯对海灰翅夜蛾的 LD_{50} 是0.37 $\mu\text{g}/\text{头}$,薄荷酮对海灰翅夜蛾的 LD_{50} 是0.68 $\mu\text{g}/\text{头}$,1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的薄荷酮和反式肉桂酸乙酯完全抑制其取食^[20]。

巴儿古津蒿对埃及伊蚊具有杀虫活性^[21]。Wang等^[22-23]通过活性追踪,从巴儿古津蒿的二氯甲烷提取物中分离出活性物质1,9,16-十七碳三烯-4,6-二炔-3,8-二醇。

南亚蒿的石油醚提取物对致倦库蚊的3龄幼虫具有活性,其活性成分毛蒿素^[24]。

其他只报道杀虫活性而未见活性成分研究的植物包括:艾蒿的不同溶剂抽提物对蚜虫、朱砂叶螨、鳞翅目幼虫等有一定的杀虫作用,对菜青虫具有较强的拒食活性和一定的触杀活性^[25],对马铃薯甲虫有强烈的忌避作用^[26]。张玲春等^[27]通过柱层析方法获得了艾蒿的苯、乙酸乙酯、丙酮和乙醇淋洗物,其中,丙酮淋洗物对甜菜夜蛾产卵忌避作用和抑制作用最好,其次是乙酸乙酯淋洗物,而苯和乙醇淋洗物的作用较小。在室内用南蒿提取物处理谷蛾后,产生明显的驱避作用,并对其产卵也存在强烈的影响^[28]。狭叶青蒿的提取物对菜豆象具有忌避作用^[29]。蒿属的提取物具有杀螨活性,可控制蜜蜂身上的大蜂螨^[30]。

2 杀菌活性及其有效成分

一些蒿属植物的精油或有机溶剂的提取物对真菌和细菌有活性。研究较多的有:黄花蒿、银叶艾蒿 (*Artemisia ludoviciana*)、湿地蒿 (*Artemisia tournefortiana*)、苦艾 (*Artemisia absinthium*)、阿拉伯艾蒿 (*Artemisia herba alba*)、牛蒿 (*Artemisia taurica*)、犹地蒿 (*Artemisia judaica*)、巴儿古津蒿、*Artemisia molinieri*、萎蒿和宽叶山蒿 (*Artemisia stolonifera*)。

具有活性并对活性成分进行了研究的植物包括:黄花蒿、银叶艾蒿、湿地蒿、苦艾、阿拉伯艾蒿、牛蒿、巴儿古津蒿、萎蒿、宽叶山蒿、*Artemisia judaica* 和 *Artemisia molinieri*。只研究了其杀菌活性而未见活性成分报道的有:非洲蒿 (*Artemisia afra*)、兰艾 (*Artemisia caerulescens* subsp. *gallica*)、东方魁蒿 (*Artemisia princeps* var. *orientalis*)、三齿蒿 (*Artemisia tridentata*)、*Artemisia mendozana* 和大籽蒿。

研究涉及病原真菌有:小麦白粉病菌 (*Erysiphe graminis*)、苹果炭疽病菌 (*Glomerella cingulata*)、疫霉属 (*Phytophthora*)、恶疫霉 (*Phytophthora cactorum*)、南瓜疫病菌 (*Phytophthora capsici*)、樟疫霉 (*Phytophthora cinnamomi*)、马铃薯晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) 和 (*Phytophthora mirabilis*)、马铃薯早疫病链格孢 (*Alternaria solani*)、链格孢 (*Alternaria alternata*)、瓜疮痂枝孢霉菌 (*Cladosporium cucumerinum*)、赭曲霉 (*Aspergillus ochraceus*)、黑曲霉 (*Aspergillus niger*)、烟曲霉 (*Aspergillus fumigatus*)、构巢曲霉 (*Aspergillus nidulans*)、寄生曲霉 (*Aspergillus parasiticus*)、桔青霉 (*Penicillium citrinum*)、白假丝酵母 (*Candida albicans*)、啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)、深红酵母 (*Rhodotorula rubra*)、白地霉 (*Geotrichum candidum*)、大刀镰孢 (*Fusarium culmorum*)、腐皮镰孢 (*Fusarium solani*)、石膏样小孢子菌 (*Microsporum gypseum*)、须发毛菌 (*Trichophyton mentagrophytes*)、须发癣菌 (*Trichophyton rubrum*) 和长蠕孢菌 (*Helminthosporium* sp.)。研究涉及的细菌有:金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)、大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 和铜绿假单胞菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)。

分述如下:

黄花蒿对小麦白粉病菌有 50% 以上保护作用,对苹果炭疽病菌的抑制侵染率在 80% 以上^[31];其乙醇提取物具有抑菌作用^[32],对白假丝酵母和大肠杆菌的效果比对铜绿假单胞菌、啤酒酵母和金黄色葡萄球菌的抑菌效果好。应用 GC 和 GC/MS 分析出黄花蒿精油的 32 种成分,其主要成分是樟脑 (48.00%)、1,8-桉树脑 (9.39%)、苧烯 (6.98%) 和斯巴醇 (4.89%)^[33]。

银叶艾蒿地上部分粗提物对疫霉属包括恶疫霉、南瓜疫病菌、樟疫霉、马铃薯晚疫病菌和 *Phytophthora mirabilis* 都有活性。应用 TLC 方法分离了活性化合物,发现活性部分的 *R_f* 值为 0.72,其有效抑制浓度为 0.2~0.4 mg/mL,活性部分主要成分是龙脑 (16.28%)、樟脑 (7.41%) 和顺-马鞭草烯醇 (1.69%),只有它们的混合物 (比例为:63:28:6.5 g/mL) 对 5 种菌的活性与粗提物相当^[34]。

湿地蒿挥发油的主要化学成分为 7,11-二甲基-1,6,10-十二碳三烯 (56.20%)、1R- α -蒎烯 (18.63%)、3-(苯二甲酰亚氨基)-苯甲酸 (4.8%)、1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯 (3.46%)、6 β -二甲基-2-亚甲基-[3,1,1]二环庚烷 (1.41%) 及庚烷 (1.28%) 等,上述 6 种化合物的含量占总量的 85.78%,化合物类型以烯烃、萜烯、烷烃、有机酸为主^[35]。 α -蒎烯有抗真菌作用,柠檬烯对金黄色葡萄球菌有很强的抑制作用^[36]。

苦艾对革兰氏阳性菌的效果比革兰氏阴性菌好^[32]。*Artemisia kulbadica* 精油对白假丝酵母具有抑菌作用,分离鉴定了精油中占总量 92.9% 的 27 个化合物,主要是侧柏烯 (25.1%)、反式侧柏酮 (18.7%) 和 δ -杜松烯 (16.0%)^[37]。

应用抑菌圈法研究表明阿拉伯艾蒿对 6 种细菌和 3 种真菌均具有活性,并鉴定了 48 种成分,氧化单萜类占 50.53%,包括 21 种化合物,其中 *cis*-chrysantemyl acetate (10.60%)、sabinyl acetate (9.13%) 和侧柏酮 (8.73%) 是主要的氧化单萜类化合物^[38]。

牛蒿地上部分含有的倍半萜烯内酯化合物牛蒿素和 artemin 对长蠕孢菌具有抑菌作用^[39]。

犹地蒿有效成分是薄荷酮和反式肉桂酸乙酯,具有抑菌活性^[20]。

巴儿古津蒿全株的二氯甲烷提取物对瓜疮痂枝孢霉菌具有抗菌活性^[21],其活性成分是 2 种多炔类化合物及其醋酸盐^[23]。

Swiader 等^[40]从 *Artemisia molinieri*、萎蒿、宽叶山蒿中分离出类黄酮, 3种植物中的类黄酮对白假丝酵母、深红酵母、烟曲霉、大刀镰孢和马铃薯早疫病链格孢具有抗菌活性。

其他: 非洲蒿地上部分的蒸馏精油对赭曲霉、白假丝酵母、链格孢、白地霉、黑曲霉、桔青霉和寄生曲霉有特别的抗菌活性^[41], 其甲醇提取物也有抗菌活性^[42]。魁蒿精油对白假丝酵母、啤酒酵母、黑曲霉具有杀真菌活性, 对枯草芽孢杆菌和大肠杆菌具有杀细菌活性^[43]。东方魁蒿精油对枯草芽孢杆菌、构巢曲霉和腐皮镰孢等具有明显的抗细菌作用^[3]。陆德威蒿和三齿蒿的地上部分具有抗菌活性^[44]。*Artemisia mendozaana* 精油对石膏样小孢子菌、须发毛菌和须发癣菌有中等活性^[45]。艾蒿对具有抗药性的金黄色葡萄球菌具有体外抗菌活性^[46]。大籽蒿对苹果炭疽病菌的抑制侵染率在 80% 以上^[31]。

3 除草活性及其有效成分

该属中具有除草活性的植物有: 魁蒿、油蒿 (*Artemisia ordosica*)、灰孢蒿 (*Artemisia roxburghiana*)、黄花蒿、三齿蒿、猪毛蒿和牛蒿。

研究涉及的作用对象如下: 甘菊 (*Chrysanthemum boreale*)、车前 (*Plantago asiatica*)、日本龙常草 (*Diarrhena japonica*)、牛膝 (*Achyranthes Bidentata*)、坚硬女娄菜 (*Melandrium firmum*)、稗 (*Echinochloa crus-galli*)、渐狭叶烟草 (*Nicotiana attenuata*)、土牛膝 (*Achyranthes aspera*)、望江南 (*Cassia occidentalis*)、银胶菊 (*Parthenium hysterophorus*) 和 胜红蓟 (*Ageratum conyzoides*) 以及黑麦 (*Secale cereale*)、大麦 (*Hordeum vulgare*)、白苋 (*Amaranthus albus*)、豚草 (*Ambrosia artemisiifolia*) 以及莠苣属、苋、萝卜、生菜、油菜、黄瓜、小麦和高粱等常见作物。

具有活性并对活性成分进行了研究的植物包括: 油蒿、黄花蒿、三齿蒿和牛蒿。只研究了其除草活性而未见活性成分研究的有: 猪毛蒿、魁蒿和灰孢蒿。

分述如下:

油蒿是我国西北部地区鄂尔多斯-阿拉善的特有种, 富含挥发油, 主要成分是单萜、倍半萜类化合物。于凤兰等^[47]用 GC、GC-MS-DS 联用方法, 共鉴定 43 个化合物, 其中相对百分含量在 1.5% 以上的化合物有如下 14 种: α -蒎烯、桉烯、 β -蒎烯、月桂烯、对伞花烃、柠檬烯、 β -水芹烯、 β -顺式罗勒烯、 β -反式罗勒烯、松油烯-4-醇、 α -姜黄烯、茵陈炔、橙花叔醇及匙叶桉油烯醇; 油蒿挥发油对苋、诸葛菜、萝卜种子萌发和幼苗生长具有不同程度的抑制作用; 对小麦种子萌发几乎无影响, 但对其幼芽和幼根的生长具一定影响。抑制作用最强的是对苋种子, 挥发油处理组最终萌发率为 18%, 比对照组减少 71%, 对其幼芽和幼根的生长影响也很明显。

黄花蒿中的青蒿素具有除草活性^[48-50], 其衍生物蒿乙醚对黑麦和大麦的根生长抑制中浓度为 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 对生菜芽生长抑制中浓度为 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ^[51]。黄花蒿的提取物能影响小麦根尖细胞的有丝分裂, 根尖产生有丝分裂的细胞减少, 根尖细胞的可溶性蛋白含量减少, 根细胞的核酸含量升高, 幼苗的核酸含量减少, 还能显著减少叶绿素的含量^[50]。

三齿蒿地上部分产生茉莉酸甲酯对一种野生烟草——渐狭叶烟草的生长具有抑制作用, 用顶空固相微萃取 (HS-SPME) 和 GC-MS 的方法研究表明其主要活性成分是樟脑、1- β -桉树脑、橙花醇和异戊酸橙花酯^[52]。

牛蒿地上部分含有的倍半萜烯内酯化合物牛蒿素和 artemin 对白苋和豚草的种子萌发和茎的生长具有明显的抑制作用^[39]。

猪毛蒿对土牛膝、望江南、银胶菊、稗草和胜红蓟有明显的除草活性, 采用混沙土法发现, 在浓度为 10~50 g 猪毛蒿精油/克沙土时剂量-效应关系显著降低, 芽后处理 (体积分数为 2%~6%) 1~7 d 能引起萎黄、坏疽甚至全株萎蔫。其精油能破坏稗草和望江南的膜完整性, 引起膜内物质流出^[53]。

魁蒿叶片中的挥发性物质可抑制甘菊、车前、日本龙常草、牛膝、莠苣属、坚硬女娄菜、稗等植物的种子萌发和幼根的生长^[4]。灰孢蒿对油菜、黄瓜、小麦、高粱 4 种作物种子幼芽和幼根生长的抑制率接近或大于 70%^[54]。黄花蒿对小麦根的生长有强烈抑制作用^[55]。

4 杀线虫活性、杀软体动物活性及其他

苦艾根提取物对南方根结线虫 (*Meloidogyne incognita*) 幼虫的孵化存在明显的影响^[5]。苦艾和狭叶青蒿的提取物对软体动物 *Deroceras reticulatum* 具有拒食活性^[56-57]。巴儿古津蒿中的 1,9,16-十七碳三烯-4,6-二炔-3,8-二醇对甲壳类的卤虫 (*Artemia salina*) 具有毒杀活性^[21-22]。*Artemisia judaica* 的提取物处理水稻后,可防止鸟类危害水稻^[58]。*Artemisia judaica* 的乙醇提取物能降低双脐螺属 *Biomphalaria alexandrina* 的繁殖力^[59]。

5 展 望

总之,蒿属植物种类多,分布广,活性种类多样,不仅是一大类药用植物,而且其杀虫杀螨,杀菌除草,杀软体动物等多种多样的活性越来越受到重视,其中的黄花蒿、野艾蒿、苦艾、猪毛蒿、巴儿古津蒿和魁蒿等活性多样,在植物性农药领域值得进一步研究和开发。近年来,随着对蒿属植物研究不断深入,对其有效成分提取和分析检测的研究也取得了一定的进展,一些新的技术和手段不断应用于这一领域,蒿属植物的开发利用拥有广阔的前景。

参考文献:

- [1]朱芬,雷朝亮,王健.黄花蒿粗提物对几种害虫拒食性的初步研究[J].昆虫天敌,2003,25(1):16-19.
- [2]徐汉虹,赵善欢.五种精油对储粮害虫的忌避作用和杀卵作用的研究[J].中国粮油学报,1995,10(1):2-5.
- [3]徐汉虹,赵善欢,周俊,等.猪毛蒿精油的杀虫有效成分[J].昆虫学报,1994,37(4):411-416.
- [4]Yun K W, Kil B S, Han D M. Phytotoxic and antimicrobial activity of volatile constituents of *Artemisia princeps* var. *orientalis* [J]. Journal of Chemical Ecology, 1993, 19(11): 2757-2766.
- [5]Sharma R, Trivedi P C. Effect of root extract of some plants on larval hatching of *Meloidogyne incognita* [J]. Current Nematology, 1992, 3(1): 31-34.
- [6]李云寿,唐绍宗,邹华英,等.黄花蒿提取物的杀虫活性[J].农药,2000,39(10):25-29.
- [7]姚安庆,梁德华.樟树和黄花蒿浸提物对菜粉蝶幼虫的生物活性[J].现代农药,2004,3(2):28-29.
- [8]Zhang Y Q, Ding W, Zhao Z M, et al. Studies on acaricidal bioactivities of *Artemisia annua* L. extracts against *Tetranychus cinnabarinus* Bois. (Acari: Tetranychidae) [J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(5): 577-584.
- [9]张永强,丁伟,赵志模,等.黄花蒿提取物对朱砂叶螨生物活性的研究[J].中国农业科学,2008,41(3):720-726.
- [10]Yuan H B, Shang L N, Wei C Y, et al. Comparison of constituents and insecticidal activities of essential oil from *Artemisia lavandulaefolia* by steam distillation and supercritical-CO₂ fluid extraction. Chem. Res [J]. Chinese Universities, 2010, 26(6): 888-892.
- [11]Liu Z L, Chu S S, Liu Q R. Chemical composition and insecticidal activity against *Sitophilus zeamais* of the essential oils of *Artemisia capillaris* and *Artemisia mongolica* [J]. Molecules, 2010, 15: 2600-2608.
- [12]Facknath S, Kawol D. Antifeedant and insecticidal effects of some plant extracts on the cabbage webworm, *Crociodolomia binotalis* [J]. Insect Science and its Application, 1993, 14(5): 571-574.
- [13]Nezhadali A, Parsa M. Study of the volatile compounds in *Artemisia absinthium* from Iran using HS/SPME/GC/MSA [J]. Advances in Applied Science Research, 2010, 1(3): 174-179.
- [14]谢怡孙,袁梦仙,李保同,等.萎蒿精油的杀虫活性与化学成分研究[J].江西植保,2001,24(4):105-108.
- [15]李保同,汤丽梅.萎蒿提取物对菜青虫幼虫取食行为的影响[J].江西植保,2000,23(1):1-4.
- [16]李保同,汤丽梅,俞满根.萎蒿精油化学成分及其对棉铃虫生物活性的影响[J].棉花学报,2002,4(4):254-255.
- [17]Chu S S, Liu Q R, Liu Z L. Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais* [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2010, 38(4): 489-492.
- [18]Devi R U, Lakshmi D, Aarthi N. Toxicity effect of *Artemisia parviflora* against malarial vector *Anopheles stephensi* Liston [J]. Journal of Biopesticides, 2010, 3(1 Special Issue): 195-198.
- [19]Hifnawy M S, Wahab S M, Hawary S S, et al. Study of essential oil of *Artemisia monosperma* Del. and its larvicidal effect [J]. Chemistry analysis and structure, 1990: 55-61.
- [20]Abdelgaeil, Samir A M, Abbassy, et al. Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. [J]. Bioresource Technology, 2008, 99(13): 5947-5950.

- [21] Marston A, Maillard M, Hostettmann K. Search for antifungal, molluscicidal and larvicidal compounds from African medicinal plants [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1993, 38(2/3): 215-223.
- [22] Wang Y, Toyota M, Krause F, et al. Antifungal and larvicidal polyacetylenes from *Artemisia borealis* [J]. *Planta Medica*, 1990, 56(6): 532-533.
- [23] Wang Y, Toyota M, Krause F, et al. Polyacetylenes from *Artemisia borealis* and their biological activities [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(10): 3101-3105.
- [24] Banerji A, Luthria D L, Kokate S D. Toxicity of capillin, the insecticidal principle of *Artemisia nilagirica* Clarke [J]. *Indian Journal of Experimental Biology*, 1990, 28(6): 588-589.
- [25] 李水清, 张钟宁. 艾蒿提取物对菜青虫的生物活性 [J]. *昆虫知识*, 2004, 41(5): 439-442.
- [26] 天芳. 治虫植物与植物农药 [J]. *生物学通报*, 1997, 32(8): 19.
- [27] 玲春, 李国清, 刘泽文. 艾蒿提取物对甜菜夜蛾产卵的影响 [J]. *南京农业大学学报*, 2002, 25(4): 110-112.
- [28] Gerard P J, Ruf L D, Popay A J. Screening of plants and plant extracts for repellency to *Tinea dubiella*, a major New Zealand and wool pest [J]. *Proceedings of the Forty Fourth New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 1991: 205-208.
- [29] IGnatowicz S, Gersz M. Extracts of medical herbs as repellents and attractants for the dry bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) [J]. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 1997, 66(1/2): 151-159.
- [30] Shutov N N. Study of acaricidal properties of systemic phytopreparations in varrotozosis of bees [J]. *Soviet Agricultural Sciences*, 1989, 3: 52-54.
- [31] 李玉平, 冯俊涛, 邵红军, 等. 25种菊科植物提取物对3种植物病原菌的药效试验 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2003, 31(4): 124-126.
- [32] Poiata A, Tuchilus C, Iyvanescu B, et al. Antibacterial activity of some *Artemisia* species extract [J]. *Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi*, 2009, 113(3): 911-914.
- [33] Verdian - rizi M R, Sadat - ebrahimi E, Hadjiakhoondi A, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of *Artemisia annua* L. essential oil from Iran [J]. *Faslnamehi Giyahani Daruyi*, 2008, 7(4): 58-62.
- [34] Badillo L M D, Munoz R E M, Garciglia R S, et al. In vitro antioomycete activity of *Artemisia ludoviciana* extracts against *Phytophthora* spp. [J]. *Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 2010, 9(2): 136-142.
- [35] 张继, 张燕, 姚健, 等. 湿地蒿挥发油成分研究 [J]. *四川大学学报: 自然科学版*, 2004, 41(6): 1287-1289.
- [36] 国家医药管理局中草药情报中心站. 植物药有效成分手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986: 56-61.
- [37] Aghajani Z, Kazemi M, Dakhili M, et al. Rustaiyan Abdolhossein Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia kulbadica* from Iran [J]. *Natural Product Communications*, 2009, 4(9): 1261-1266.
- [38] Sami Z, Nacim Z, Nahed F, et al. Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso [J]. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2010, 4(10): 871-880.
- [39] Kononov D A, Starykh V V, Shkhanukoy Y Z. Phytotoxic and antifungal activities of lactones from *Artemisia taurica* Willd. extract [J]. *Rastitel'nye Resursy*, 2002, 38(3): 77-81.
- [40] Swiader K, Lamer Z E. Flavonoids of rare *Artemisia* species and their antifungal properties [J]. *Fitoterapia*, 1996, 67(1): 77-78.
- [41] Gundidza M. Antifungal activity of essential oil from *Artemisia afra* Jacq [J]. *Central African Journal of Medicine*, 1993, 39(7): 140-142.
- [42] Rabe T, Van Staden J. Antibacterial activity of South African plants used for medicinal purposes [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1997, 56(1): 81-87.
- [43] Moran A, Montero M J, Martin M L, et al. Pharmacological screening and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia caerulescens* subsp. *gallica* [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1989, 26(2): 197-203.
- [44] McCutcheon A R, Ellis S M, Hancock R E W, et al. Antifungal screening of medicinal plants of British Columbian native peoples [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1994, 44(3): 157-169.
- [45] Lima B, Lopez S, Luna L, et al. Essential oils of medicinal plants from the central andes of Argentina: chemical composition, antifungal, antibacterial, and insect-repellent activities [J]. *Chemistry & Biodiversity*, 2011, 8(5): 924-936.
- [46] Cao Y, You S X, Tan P X, et al. Study on the bacteriostasis and drug-resistant inhibition effects of extracts from *Artemisia argyi* Levl. in vitro [J]. *Journal of Veterinary and Medicine*, 2011, 30(1): 8-10.
- [47] 于凤兰, 马茂华, 孔令韶. 油蒿挥发油的化感作用研究 [J]. *植物生态学报*, 1999, 23(4): 345-350.

(下转第723页)

- [17] Guo L D , Hyde K D , Liew E C Y. Identification of endophytic fungi from *Livistona chinensis* based on morphology and rDNA sequences [J]. *New Phytol* ,2000 ,147(3) : 617-630.
- [18] Tasic S , Miladinovic-Tasic N. *Cladosporium* spp. cause of opportunistic mycoses [J]. *Acta Fac Med Naiss* ,2007 24(1) : 15-19.
- [19] 韩晓丽 ,康冀川 ,何劲 等. 银杏产黄酮内生真菌的分离与鉴定 [J]. *菌物研究* ,2008 6(1) : 40-45.
- [20] 严铸云 ,庞 蕾 ,罗静. 银杏内生真菌中产生银杏内酯类菌株的筛选 [J]. *华西药学杂志* ,2007 22(5) : 491-493.
- [21] Liu X L , Dong M S , Chen X H , et al. Antimicrobial activity of an endophytic *Xylaria* sp. YX-28 and identification of its antimicrobial compound 7-amino-4-methylcoumarin [J]. *Appl Microbiol Biotechnol* ,2008 78(2) : 241-247.
- [22] Zhang Z B , Zeng Q G , Yan R M , et al. Endophytic fungus *Cladosporium cladosporioides* LF70 from *Huperzia serrata* produces Huperzine A [J]. *World J Microbiol Biotechnol* ,2011 27(3) : 479-486.
- [23] Zhang P , Zhou P P , Yu L J. An endophytic taxol-producing fungus from *Taxus media* , *Cladosporium cladosporioides* MD2 [J]. *Curr Microbiol* ,2009 59(3) : 227-232.

(上接第 705 页)

- [48] Bagchi G D , Jain D C , Kumar , et al. The phytotoxic effects of the artemisinin related compounds of *Artemisia annua* [J]. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* ,1998 ,20(1) : 5-11.
- [49] Dayan F E , Hernandez A , Allen S N , et al. Comparative phytotoxicity of artemisinin and several sesquiterpene analogs [J]. *Phytochemistry* ,1998 ,50(4) : 607-614.
- [50] 慕小倩 ,马燕 ,王硕 等. 黄花蒿化感作用机理研究 [J]. *西北植物学报* ,2005 25(5) : 1025-1028.
- [51] Paramanik R C , Chikkaswamy B K , Roy D G , et al. Effect of biochemicals of *Artemisia annua* in plants [J]. *Journal of Phytological Research* ,2008 21(1) : 11-18.
- [52] Jassbi A R , Zamanizadehnajari S , Baldwin I T. Phytotoxic volatiles in the roots and shoots of *Artemisia tridentata* as detected by headspace solid - phase microextraction and gas chromatographic - mass spectrometry analysis [J]. *Journal of Chemical Ecology* ,2010 ,36(12) : 1398-1407.
- [53] Shalinder K , Daizy R B. Assessment of allelopathic potential of *Artemisia scoparia* against some plants [J]. *The Bioscan* ,2010 ,5(3) : 411-414.
- [54] 郝双红 ,祝木金 ,冯俊涛 等. 35 种菊科植物除草活性初步测定 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版* ,2004 32(5) : 23-26.
- [55] 慕小倩 ,罗玛霞 ,段琦梅 等. 10 种菊科植物水提液对小麦幼苗生长的影响 [J]. *西北植物学报* ,2003 ,23(11) : 2014-2017.
- [56] Barratt B I P , Lorimer S D , Perry N B , et al. A bioassay to evaluate native plant extracts as slug feeding deterrents [C]. *Proceedings of the Forty Sixth New Zealand Plant Protection Conference* , Christchurch , New Zealand ,1993.
- [57] Clark S J , Dodds C J , Henderson I F , et al. A bioassay for screening materials influencing feeding in the field slug *Deroceras reticulatum* (Muller) (Mollusca: Pulmonata) [J]. *Annals of Applied Biology* ,1997 ,130(2) : 379-385.
- [58] Sherbiny A H EL , Omar A M , Sisi A G , et al. Natural botanical extracts as repellants for the house sparrow , *Passer domesticus*. II. Efficacy under rice field conditions [J]. *Annals of Agricultural Science* , Moshtohor ,1994 32(2) : 1053-1064.
- [59] Bakry F A , Mohamed R T , Homossany K. Biological and biochemical responses of *Biomphalaria alexandrina* to some extracts of the plants *Solanum siniacum* and *Artemisia judaica* L. [J]. *Pesticide Biochemistry and Physiology* ,2011 99(2) : 174-180.