

我国具有杀根结线虫活性的植物资源统计

张敏 刘晟 顾玲 杨金明 苏康宇 (陕西科技大学, 教育部轻化工助剂化学与技术重点实验室, 陕西西安710021)

摘要 统计了我国自20世纪90年代以来,在植物源杀根结线虫活性药剂研究领域已经进行过活性筛选的60多种植物资源,其中,具有显著杀根结线虫活性的植物共21科29种;以南方根结线虫为活性受体的有13科18种植物;以爪哇根结线虫为活性受体的有7科8种;以花生根结线虫为活性受体的有3科4种。展望了杀根结线虫活性植物资源筛选工作的发展趋势。

关键词 植物源农药;根结线虫;杀根结线虫活性;资源统计

中图分类号 S432.4⁺⁵ 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)09-04225-03

Statistics for Botanical Nematicidal Activity Resource in China against Root-knot Nematode

ZHANG Mn et al (Key Laboratory of Auxiliary Chemistry & Technology for Chemical Industry, Ministry of Education, Shaanxi University of Science & Technology, Xian, Shaanxi 710021)

Abstract Reviews on 29 plant species belonged to 21 families from more than 60 species have significant activity against root-knot nematode of extracts plant species of China were counted in detail since 1990s. Within these species, 18 plant species belonged to 13 families toward *Meloidogyne incognita*, 8 plant species belonged to 7 families toward *M.javanica*, and 4 plant species belonged to 3 families toward *M. arenaria*. And future development direction trends on statistics of botanical nematicidal activation resource were viewed.

Key words Botanical pesticides; Root-knot nematode; Nematicidal activity; Resource statistics

植物源药剂在农业上的应用历史悠久,在我国更是早在公元前7世纪便有记载用莽草等植物防治农作害虫^[1]。而在世界范围内,烟草和鱼藤则相继在16和19世纪中叶被发现,并成为重要的杀虫农药成分。但是随着人类进入工业化社会以来,鉴于植物源成分的复杂性,利于工业化生产的化学合成农药在过去近百年中以飞快的速度几乎完全取代了植物源农药,成为了农业增产增收中不可缺少的一部分。不过,由于化学合成农药本身存在的病虫害抗药性、毒力作用的非特异性以及高残留、高污染等诸多不可回避的环境问题,逐渐被人们所关注,研究人员开始大力寻找和研发各类环保型农药替代品。

1 我国杀根结线虫活性植物物种资源的试验性筛选和搜集研究概述

作为病原性农害的一种,根结线虫(*Meloidogyne spp*)自1855年Berkeley最先在英国黄瓜根际发现,并由Cornu于1879年首次为其命名为根结线虫以来,成为了广泛分布于世界各地,危害农作物最严重的病原生物之一^[2]。国外在20世纪80年代就已经开展了大量植物源杀根结线虫(简称“杀线”)活性药剂的研究,尤其是随着标志植物源农药又被重新大力推广和应用的印楝素的发现和成功合成,植物源药剂对根结线虫的致死活性研究正被一步步推向更广的资源搜集、更深的机理研究方向。但是我国近代系统的针对杀线活性植物源药剂进行的研究报道仅起于20世纪90年代初期^[3-5]。王翠萍在1991年译制了S.A.Tiyag等发表的关于用香茅叶提出物浸根防治植物寄生线虫的研究报道^[6]。随后,我国植物源杀根结线虫活性药剂的研究逐步由学习和引入转变到试验性筛选和生理变化研究方面。目前,我国科研人员针对根结线虫已经搜集和研究了60余种植物物种对其的杀线活性。

进入2000年以后,我国科研人员通过试验陆续报道了数十种对根结线虫具有生理杀灭活性的植物资源。其试验

部分包括离体线虫的活性直接接触杀法、盆栽浇灌法以及大田试验。我国已进行的杀线活性植物物种资源的筛选以造成我国农作物主要根结线虫病害损失的南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)、爪哇根结线虫(*M.javanica*)、花生根结线虫(*M.arenaria*)为杀线活性的测试受体。

文艳华等在2001年报道筛选了我国湖北、陕西及广东省的10科14种植物抽提物对几种植物病原线虫的杀线活性^[7]。研究采用粗提液直接接触杀花生根结线虫及水稻根结线虫2龄幼虫(J2)24h和48h,通过计算校正死亡率表明:三尖杉(*Cephalotaxus fortunei* Hooker)茎叶、粗榧(*Cephalotaxus sinensis*)叶、狼牙刺(*Sophora davidii*)种子、紫斑牡丹(*Paeonia rockii*)茎表现出强杀线活性,神农香菊全株表现出中等杀线活性。

郑良等在2001年报道筛选了58种中(草)药对植物寄生线虫瓜哇根结线虫和短体线虫(*Pratylenchus vulnus*)的药效研究^[8]。其研究表明,数种杀虫中(草)药包括洋葱(*Allium cepa* Lin.)、黄连(*Pistacia chinensis* Bunge)、川椒(*Zanthoxyllum bungeanum*)、生姜(*Zingiber officinale*)、白果(*Ginkgo biloba*)、白芥子(*Senen brassicae*)、大蒜(*Allium sativum*)和夹竹桃(*Nerium indicum*)水粗提液在24h的直接接触杀率可以达到95%以上。

杨秀娟等在2002年、2004年、2005年连续报道筛选并测定了近60种植物用不同溶剂粗提物对南方根结2龄线虫的生物活性与毒力以及不同提取溶剂和光照处理条件下植物提取液的杀线活性强弱^[9-11],并且首次公布了其通过梯度试验所得烟草(*Nicotiana tabacum*)、雷公藤(*Tipterygium wilfordii*)、夹竹桃、细辛(*Asarum sieboldii*)的水提取液对2龄线虫的半数致死浓度分别为830.5、1770.8、1336.4、1020.4 ng/L。

翁群芳等在2006年报道了其通过触杀和盆栽试验筛选28种植物有机溶剂浸取物对南方根结线虫的毒杀活性,并与生物菌制剂阿维菌素对比^[12]。研究指出在1000 μg/ml作用剂量下,骆驼蓬(*Peganum harmala*)和黄文江鱼藤(*Derris elliptica*)在具有较高触杀活性的同时,可以促进盆栽番茄的生长,并且效果优于30 μg/ml阿维菌素的处理效果。

蒋妮等^[13]和吴慧平等^[14]于2007年分别报道利用乌柏

基金项目 国家自然科学基金(50673056);教育部轻化工助剂化学与技术重点实验室项目。

作者简介 张敏(1958-),女,甘肃兰州人,教授,博士生导师,从事环境友好高分子材料研究。

收稿日期 2009-01-12

(*Sapiumseiferum*) 和茶籽(*Canellia sinensis*) 乙醇提取物对南方根结线虫 J2 直接接触杀和盆栽浇灌处理, 并计算了直接接触杀试验下, 乌桕乙醇提取物的杀线活性 LC_{50} 为 333 ng/L, 并且乌桕和茶籽乙醇提取物均能显著提高盆栽番茄植株及其根系的生长。

柯云等于 2007 年报道筛选了 11 种植物水浸液对南方根结线虫的毒杀作用^[15]。研究表明夹竹桃、马缨丹(*Lantana camara*)、苦楝(*Melia azedarac*) 等 4 种植物提取物对线虫的抑

杀作用很明显, 而且对卵块孵化的抑制率也很高。

2 我国植物源杀根结线虫活性资源统计

在我国十余年间的杀线虫活性植物的研究过程中, 共筛选鉴定了 60 多种植物的杀线虫活性。具有显著杀根结线虫活性(特定浓度下致死率超过 50%) 的植物共 21 科 29 种。其中以南方根结线虫为活性受体的有 13 科 18 种植物, 以爪哇根结线虫为活性受体的有 7 科 8 种, 以花生根结线虫为活性受体的有 3 科 4 种。具体见表 1 ~ 表 3。

表 1 我国杀根结线虫活性植物资源统计(南方根结线虫)

Table 1 The statistics of botanical nematocidal active resources in China ——— Meloidogyne incognita

科类 Family	植物名称 Plant name	提取部位 Extracting parts	提取溶剂 Extracting solvents	每浓度组受试线虫数目 只/ml Number of test wireworm in each concentration group	24 h 作用剂量 24 h reaction dose $\mu\text{g/ml}$	致死率 Lethal rate %	
含羞草科 Mimosaceae	合欢(<i>Abizia julibrissin</i>)	叶	四氯化碳	-	-	100.0	
		叶	乙酸乙酯	-	-	100.0	
		叶	氯仿	-	-	100.0	
		叶	乙醇	-	-	100.0	
菊科 Asteraceae	黄花菊(<i>Antherboaturarica</i>)	花	乙酸乙酯	-	-	100.0	
		花	丙酮	-	-	100.0	
		花	乙醇	-	-	67.2	
	万寿菊(<i>Tagetes erecta</i>)	花	水	-	-	100.0	
		茎	水	-	-	48.2	
	一枝黄花(<i>Solidago canadensis</i>)	全株	水	100	-	100.0	
	螞蟥菊(<i>Wedelia chinensis</i>)	叶	水	100	-	99.5	
	艾蒿(<i>Artemisia argy</i>)	全株	甲醇	30~50	1 000	26.6	
	黄花蒿(<i>Artemisia annu</i>)	全株	甲醇	30~50	1 000	24.2	
	紫茎泽兰(<i>Eupatorium adrophorum</i>)	全株	甲醇	30~50	1 000	21.2	
	螞蟥菊(<i>Wedelia chinensis</i>)	全株	甲醇	30~50	1 000	11.8	
	苍耳(<i>Xanthium sibiricum</i>)	果实	甲醇	30~50	1 000	10.9	
	肿柄菊(<i>Tithoria diversifolia</i>)	茎、叶	甲醇	30~50	1 000	8.2	
	青蒿(<i>Artemisia apiace</i>)	茎、叶	甲醇	30~50	1 000	7.9	
大戟科 Euphorbiaceae	乌桕(<i>Sapiumseiferum</i>)	叶	水	100	-	88.2	
		叶	75% 乙醇	100	1 250	90.7	
	蓖麻(<i>Ricinus communis</i>)	叶	水	-	-	84.3	
		叶	80% 乙醇	100	-	43.4	
楝科 Meliaceae	火殃勒(<i>Euphorbia antigonum</i>)	茎、叶	甲醇	30~50	1 000	9.5	
		叶	水	100	-	92.9	
	苦楝(<i>Melia azedarac</i>)	果实	甲醇	30~50	1 000	22.5	
		叶	甲醇	30~50	1 000	39.1	
	茄科 Solanaceae	大叶桃花心木(<i>Swietenia macrophylla</i>)	叶	甲醇	30~50	1 000	34.6
			叶	甲醇	30~50	1 000	30.4
红果米仔兰(<i>Aglaia odorata</i> var. <i>chaudo-censis</i>)		叶	甲醇	30~50	1 000	15.5	
		叶	甲醇	30~50	1 000	15.5	
烟草(<i>Nicotiana tabacum</i>)	叶	水	-	-	100.0		
	曼陀罗(<i>Datura stramonium</i>)	茎、叶	甲醇	100	45.3		
	金纽扣(<i>Spilanthus pariculata</i>)	茎、叶	甲醇	30~50	1 000	3.9	
夹竹桃科 Apocynaceae	鸡蛋花(<i>Purpuria rubra</i>)	叶	水	100	-	97.1	
		叶	水	-	-	90.0	
	夹竹桃(<i>Nerium indicum</i>)	根皮	水	-	-	75.8	
		叶	水	-	-	77.3	
唇形科 Labiatae	黄芩(<i>Scutellaria baicalensis</i>)	根	80% 乙醇	100	-	27.1	
		茎、叶	甲醇	30~50	1 000	21.1	
豆科 Fabaceae	厚果鸡血藤(<i>Millettia pachycarpa</i>)	果、茎	甲醇	30~50	1 000	14.2	
		种子	甲醇	30~50	1 000	5.5	
卫矛科 Celastraceae	雷公藤(<i>Tripterygium wilfordii</i>)	叶	水	-	-	100.0	

接下表

续表1

科类 Family	植物名称 Plant name	提取部位 Extracting parts	提取溶剂 Extracting solvents	每浓度组受试线虫数目 Number of test wireworm in each concentration group	只/nh	24 h 作用剂量 24 h reaction dose $\mu\text{g}/\text{nh}$	致死率 Lethal rate %
		根	甲醇	30 ~50		1 000	38.8
马兜铃科 Aristolochiaceae	细辛 (<i>Asarum sieboldii</i>)	叶	水	-		-	100.0
冬青科 Aquifoliaceae	冬青 (<i>Ilex latifolia</i>)	叶	水	100		-	100.0
马鞭草科 Verberaceae	马缨丹 (<i>Lantana camara</i>)	叶	水	100		-	98.7
		茎、叶	甲醇	30 ~50		1 000	41.4
茜草科 Rubiaceae	鸡矢藤 (<i>Paederia scandens</i>)	叶	水	-		-	87.0
		茎	水	-		-	66.7
蒺藜科 Zygophyllaceae	骆驼蓬 (<i>Peganum harmala</i>)	种子	甲醇	30 ~50		1 000	82.1
禾本科 Gramineae	假俭草 (<i>Eriochloa ophiuroides</i>)	全株	水	100		-	77.1
百部科 Menispermaceae	对叶百部 (<i>Senecio tuberosus</i>)	叶	甲醇	30 ~50		1 000	48.1
芸香科 Rutaceae	花椒 (<i>Zanthoxylum bungeanum</i>)	果皮	80% 乙醇	100		-	32.2
鱼藤科 Derris trifoliata	黄文江鱼藤 (<i>Derris elliptica</i>)	根	甲醇	30 ~50		1 000	30.4
瑞香科 Thymelaeaceae	了哥王 (<i>Mitrostroemia indica</i>)	茎	甲醇	30 ~50		1 000	30.1
罂粟科 Papaveraceae	博落回 (<i>Macleaya cordata</i>)	叶	甲醇	30 ~50		1 000	20.9
玄参科 Scrophulariaceae	地黄 (<i>Rehmannia glutinosa</i>)	根	80% 乙醇	100		-	20.1
杜鹃花科 Ericaceae	黄杜鹃 (<i>Rhododendron nallii</i>)	花	甲醇	30 ~50		1 000	15.8
白花丹科 Rubiacaceae	白花丹 (<i>Humboldtia zeylanica</i>)	根	甲醇	30 ~50		1 000	15.7
桃金娘科 Myrtaceae	岗松 (<i>Baeckha frutescens</i>)	根、茎	甲醇	30 ~50		1 000	13.9
松柏科 Pinaceae & Cupressaceae	松柏 (<i>Sabinachirensis</i>)	叶	80% 乙醇	100		-	11.2
姜科 Zingiberaceae	生姜 (<i>Zingiber officinale</i>)	根	80% 乙醇	100		-	9.2
百合科 Liliaceae	韭菜 (<i>Alium tuberosum</i>)	叶	80% 乙醇	100		-	5.3

表2 我国杀根结线虫活性植物资源统计(瓜哇根结线虫)

Table 2 The statistics of botanical nematocidal active resources in China — *Meloidogyne javanica*

科类 Family	植物名称 Plant name	提取部位 Extracting parts	提取溶剂 Extracting solvents	每浓度组受试线虫数目 Number of test wireworm in each concentration group	只/nh	24 h 作用剂量 24 h reaction dose $\mu\text{g}/\text{nh}$	致死率 Lethal rate %
百合科 Liliaceae	洋葱 (<i>Allium cepa</i> Linn)	茎	水	250		-	100.0
	大蒜 (<i>Allium sativum</i>)	茎	水	250		-	100.0
毛茛科 Ranunculaceae	黄连 (<i>Histacia chinensis</i> Bunge)	根、茎	水	250		-	100.0
银杏科 Ginkgoaceae	银杏 (<i>Ginkgo biloba</i>)	种子	水	250		-	100.0
十字花科 Cruciferae	白芥子 (<i>Senen brassicae</i>)	种子	水	250		-	100.0
夹竹桃科 Apocynaceae	夹竹桃 (<i>Nerium indicum</i>)	叶	水	250		-	100.0
姜科 Zingiberaceae	生姜 (<i>Zingiber officinale</i>)	根、茎	水	250		-	96.9
芸香科 Rutaceae	川椒 (<i>Zanthoxylum bungeanum</i>)	果皮	水	250		-	95.2

表3 我国杀根结线虫活性植物资源统计(花生根结线虫)

Table 3 The statistics of botanical nematocidal active resources in China — *Meloidogyne arenaria*

科类 Family	植物名称 Plant name	提取部位 Extracting parts	提取溶剂 Extracting solvents	每浓度组受试线虫数目 Number of test wireworm in each concentration group	只/nh	24 h 作用剂量 24 h reaction dose $\mu\text{g}/\text{nh}$	致死率 Lethal rate %
毛茛科 Ranunculaceae	紫斑牡丹 (<i>Paeonia rockii</i>)	茎	混合	-		1 000	100.0
豆科 Fabaceae	毛鱼藤 (<i>Derris elliptica</i>)	根	丙酮	-		1 000	99.1
	狼牙刺 (<i>Sophora davidii</i>)	种子	混合	-		1 000	98.2
	大血藤 (<i>Sargentodoxa cuneata</i>)	茎	混合	-		1 000	5.0
三尖杉科 Cephalotaxaceae	三尖杉 (<i>Cephalotaxus fortunei</i> H. Baker)	茎	混合	-		1 000	94.0
菊科 Asteraceae	神农香菊 (<i>Grossostephium</i>)	全株	混合	-		1 000	33.3
木通科 Lardizabaceae	土麦冬 (<i>Liriope spicata</i>)	全株	混合	-		1 000	1.5
木兰科 Magnoliaceae	巴东木莲 (<i>Manglietia</i>)	叶	混合	-		1 000	0.7

3 植物源杀根结线虫活性药剂的研究展望

植物源农药作为新型环保型农药研究,立足于现在高速发展的现代分离分析技术和地球上几十万种丰富的植物资源,已经越来越凸现其研究和应用价值。但是由于目前化学杀虫农药保增保产的高效性,至少在未来30~50年内,农业

有害生物的可持续控制仍离不开化学农药的施用保证^[16-17]。而作为杀线活性植物源药剂的研究,尤其是在我国,目前仅仅是处于杀线活性植物资源的筛选阶段,对植物源药剂杀线活性机理方面的研究也刚刚起步,并且需要大量 (下转第4261页)

4 小结

填埋是中国目前以及未来一段时间内最主要的垃圾处理方式,但从环保角度考虑,这种方法不仅占用大量的土地资源,而且其产生的填埋气和渗滤液可能会产生严重的2次污染问题。不同结构填埋场对环境的危害程度不同,好氧填埋对环境污染轻,但是操作管理复杂,且运行费用太高,不具备可行性;厌氧填埋具有垃圾处理量大,操作简单方便,且处理费用低,但环境污染严重;准好氧性填埋兼有好氧性填埋和厌氧性填埋的优点,若管理操作得当,其处理效果以及环境危害性接近于好氧填埋,是很多国家积极提倡的一种垃圾填埋技术。针对中国国情,笔者认为目前适合于采用准好氧填埋处理,同时再辅以渗滤液回灌及微生物调节加速降解的组合工艺处理技术,一方面加快填埋场的稳定化速率,减少占地面积;另一方面可以减轻填埋场对环境的污染危害。

参考文献

- [1] 曹霞,刘丹.对城市生活垃圾填埋处置技术的思考[J].四川环境,2004,23(3):12-16.
- [2] 赵由才.生活垃圾卫生填埋技术[M].北京:化学工业出版社,2004:274-275.
- [3] 聂永丰.三废处理工程技术手册 固体废物卷[M].北京:化学工业出版社,2000:293-320.
- [4] 沈东升.生活垃圾填埋生物处理技术[M].北京:化学工业出版社,2003:5-6.
- [5] KJEDSEN P, BARLAZE M A, ROOKER A P. Present and long term composition of MSW landfill leachate: A review[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2002, 32(4): 297-336.
- [6] 董路,刘玉强,黄启飞.准好氧填埋结构CH₄含量分布变化研究[J].环境科学研究,2005,4(6):32-36.
- [7] 邹春,廖利.垃圾填埋场气体横向迁移数学模型[J].环境卫生工程,1998,6(3):85-87.
- [8] 杨玉飞,黄启飞,董路,等.填埋结构对填埋场稳定化的影响[J].中国环境科学,2005,5(9):47-50.
- [9] MATSUTO T, TANAKA N, KOYAMA K. Stabilization mechanism of leachate from semi-aerobic sanitary landfills of organic-rich waste[M]. Proceedings Sardinia 91, Third International Landfill Symposium, ISA, Cagliari, 1991:876-888.
- [10] 杨玉飞,董路,黄启飞,等.填埋结构对渗滤液回流效果的影响[J].环境科学与技术,2006,4(9):29-31.
- [11] MAISUFUI Y, LEE N, KUSUDA T, et al. Pollutant transformations in landfill layers[J]. Waste Management & Research, 1999, 12(5): 33-48.
- [12] POHLANDT G. Landfill bioreactors fundamental and practice[J]. Water Quality International, 1996, 5: 18-22.
- [13] 袁光钰,匡胜利,张丽云.我国城市垃圾填埋场降解速率分析[J].新疆环境保护,2000,22(1):11-15.
- [14] 王琪,董路,李姁.垃圾填埋场渗滤液回流技术的研究[J].环境科学研究,2003,13(3):1-5.
- [15] ONAY T T. In situ heavy metal attenuation in landfills under methanogenic conditions[J]. Journal of Hazardous Materials, 2003, 1(8): 159-175.
- [16] MAISUFUI Y, HANASHIMA M, NAGANOS, et al. Generation of greenhouse effect gases by different landfill types and methane gas control[J]. Engineering Geology, 1993, 4: 181-187.
- [17] 朱国营.城市固体废物好氧填埋方式的研究[D].长春:吉林大学,2001:12-13.
- [18] PETER K, MORTON A B. Present and long term composition of MSW landfill Leachate: A review[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2002, 32(4): 297-336.
- [19] ROBINSON H D. The treatment of leachate from domestic wastes in landfill-I: Aerobic biological treatment of a medium strength leachate[J]. Water Res, 1983, 17(7): 1537-1548.
- [20] HANASHIMA M. Pollution control and stabilization process by semi-aerobic landfill type[C]. The Fukuoka method, proceedings of Sardinia 99 — 7th International Waste Management and Landfill Symposium, 1999: 238-256.
- [21] 刘玉强.准好氧填埋气体时空变化特性研究[D].北京:中国环境科学研究院,2004:33-39.
- [22] 杨玉飞.填埋结构对渗滤液水质变化影响[D].重庆:西南大学,2004:36-40.
- [23] BERNREUTER J, STESEL R. A review of aerobic bio-cell research and technology[M]. New York: Draft Report by Columbia University for the SWANA Semi-aerobic Sub-committee. Earth Engineering Centre, 1999.
- [24] 王琪,杨玉飞,黄启飞,等.填埋结构对渗滤液水质变化的影响研究[J].环境工程,2005(4):69-72,5.
- [25] 张陆良,刘丹.准好氧填埋早期渗滤液特征浅析[J].四川环境,2004,23(3):28-30,34.
- [26] 于晓华,李国建,何品晶,等.城市垃圾渗滤液场内循环处理的探讨[J].新疆环境保护,2003,25(1):24-27.
- [27] 张正安.不同填埋方式下气体及温度变化特性研究[D].重庆:西南大学,2004:33-37.
- [6] TIYAGI S A, 申继忠.用香茅叶提出物浸根防治植物寄生线虫[J].农业新技术新方法译丛,1991,37(2):8.
- [7] 文艳华,冯志新,徐汉虹,等.植物抽提物对几种植物病原线虫的杀线活性筛选[J].华中农业大学学报,2001,20(3):235-238.
- [8] 郑良, HOWARD FERRIS. 58种中(草)药对植物寄生线虫 *Meloidogyne javanica* 和 *Pratylenchus vulnus* 的药效研究[J].植物病理学报,2001,31(2):175-183.
- [9] 杨秀娟,何玉仙,陈福如,等.不同植物提取液的杀线虫活性评价[J].江西农业大学学报:自然科学版,2002,24(3):386-389.
- [10] 杨秀娟,何玉仙,卢学松,等.植物提取液对南方根结线虫的抑杀作用[J].福建农业学报,2004,19(2):78-81.
- [11] 杨秀娟,何玉仙,卢学松,等.若干植物粗提物对根结线虫幼虫的杀线虫活性测定[J].福建农业学报,2005,20(1):19-22.
- [12] 翁群芳,钟国华,王文祥,等.植物提取物对南方根结线虫的控制作用[J].华南农业大学学报,2006,27(1):55-60.
- [13] 蒋妮,高微微,缪剑华.乌柏乙醇提取物对罗汉果根结线虫的生物活性初报[J].中国农学通报,2007,23(11):305-308.
- [14] 吴慧平,徐晓莉,王军.茶籽醇提取物对松材线虫及根结线虫室内活性测定分析[J].植物检疫,2007,21(6):335-337.
- [15] 柯云,潘沧桑.几种植物提取液对根结线虫的抑杀作用[J].厦门大学学报:自然科学版,2007,46(5):711-714.
- [16] 徐汉虹,张志祥.我国植物性农药的产业化现状及问题与建议(上)[J].新农药,2005,43(5):11-14.
- [17] 徐汉虹,张志祥.我国植物性农药的产业化现状及问题与建议(下)[J].新农药,2005,44(6):3-8.

(上接第4227页)

的活性植物资源为其提供研究基础。10余年来的我国科研人员依托本土丰富的植物资源,已进行了60多种植物的杀线活性筛选,其中以菊科植物种杀线活性的鉴定最为广泛,其中活性物质的作用机理可以进行对比研究。在植物源农用药剂的开发中,大科多属的植物无疑更有利于后续的应用推广。而对于单科单属植物,如银杏和三尖杉,因为其可能含特有的杀线虫成分,所以研究单科单属、单属单种植物的杀线活性,也许能为专属高效杀线虫成分的开发提供依据。

参考文献

- [1] 王文桥,刘金朵,张文渊,等.植物抗生活性及植物源农药研究进展[J].河北农业科学,2005,9(4):74-79.
- [2] 谢辉.植物线虫分类学[M].北京:高等教育出版社,2005:9-51.
- [3] 杨秀娟,何玉仙.国外利用杀线植物防治植物寄生线虫[J].世界农业,1998,228(4):37.
- [4] 汪安秋.天然精油应用于农药的研究进展[J].林业化工通讯,1998(5):28-30.
- [5] 屠豫钦.天然源农药的研究利用-机遇与问题[J].世界农药,1999,21(4):4-12.