

辽细辛提取物对拟盘多毛孢菌的离体抑制作用

王桂清^{1,2}, 张军华², 张敏², 姬兰柱^{1*}

(1. 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 聊城大学 农学院, 山东 聊城 252059)

摘要: 采用生长速率法和孢子萌发法测定了辽细辛根的不同溶剂(石油醚、氯仿、乙酸乙酯、乙醇)粗提取物和精油对引起牡丹叶斑病的拟盘多毛孢菌菌丝生长和孢子萌发的作用。结果表明, 细辛不同溶剂提取物和精油对拟盘多毛孢菌的菌丝生长和孢子萌发均有一定的抑制作用, 且对孢子萌发的抑制效果好于对其菌丝生长的抑制效果; 石油醚提取物和精油的抑菌效果较好, 对菌丝生长的 EC_{50} 分别为 94.91 mg/L 和 120.44 mg/L, 对孢子萌发的 EC_{50} 分别为 132.64 mg/L 和 110.66 mg/L。说明细辛所含的主要抑菌活性成分易被极性小的有机溶剂所提取, 细辛精油中也含有抑菌活性物质。

关键词: 辽细辛; 拟盘多毛孢菌; 生长速率法; 孢子萌发法

中图分类号: Q949.742.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)02-0060-05

The Antibacterial Effects of *Asarum heterotropoides* Extracts to *Pestalotiopsis* sp. *in vitro*

WANG Gui-qing^{1,2}, ZHANG Jun-hua², ZHANG Min², JI Lan-zhu^{1*}

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences Shenyang 110016, China;

2. College of Agronomy, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China)

Abstract: The effects of asarum essential oils and extracts derived from 4 different solvents (petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and ethanol) on the hyphae growth and spore germination of *Pestalotiopsis* sp. were studied using the growth rate method and spore germination method. The results showed that the asarum extracts and essential oils have significant antibacterial activity to tested pathogens, with a higher effect to spore germination than to hyphae growth. The antibacterial effects of petroleum ether extract and essential oils were the best; EC_{50} = 94.91 mg/L and EC_{50} = 120.44 mg/L for hyphae growth, and EC_{50} = 132.64 mg/L and EC_{50} = 110.66 mg/L for spore germination, respectively. These suggested that the antibacterial activity substances in herba asari root are easily extracted by the solvents with lower polarity (i.e. petroleum ether) and the asarum essential oils also contain the antibacterial activity substances.

Key words: *Asarum heterotropoides*; *Pestalotiopsis* sp.; Growth rate method; Spore germination method

我国有毒植物资源丰富, 从中寻找植物杀虫抑菌剂, 不仅对人畜及其他生物比较安全, 而且有利于环境保护^[1,2]。辽细辛(北细辛, *Asarum heterotropoides* Fr. Schmidt var. *mandshuricum* (Maxim) Kitag.)为马兜铃科(Aristolochiaceae)细辛属(*As-*

arum)植物, 为一年生至多年生草本, 我国南北各省均有分布, 根供药用, 是重要的中草药, 在医学上具有散寒祛风、解毒止痛、活血平喘、治疗关节炎症等作用^[3]。其所含有的活性物质也具杀虫抑菌作用。本试验对辽细辛的地下部分进行了研究, 拟探讨其

收稿日期: 2007-09-20

基金项目: 中国科学院知识创新方向性项目(KZCX1-SW-19); 中国科学院农办重点项目

作者简介: 王桂清(1968-), 女, 河北泊头人, 教授, 博士, 在研博士后, 主要从事植物保护的教学与研究工作。

通讯作者: 姬兰柱(1960-), 男, 辽宁抚顺人, 研究员, 博士生导师, 主要从事生物生态学、分类学、森林生态系统研究。

不同溶剂粗提物对植物病原菌的作用, 为开发植物杀虫剂提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 植物样品及提取

植物样品为辽细辛的根部, 购自沈阳市中草药市场。将其进一步阴干, 粉碎, 过 0.38mm 的筛。

为了有效地提取活性物质, 选用极性不同的溶剂(石油醚、氯仿、乙酸乙酯、乙醇)组成一个溶剂系列, 采用索氏提取器对样品进行 6~8h 提取(60℃)。操作上采用上述溶剂分别提取(平行提取), 即准确称取细辛样品 50g, 共 4 份, 分别用 300mL 石油醚、氯仿、乙酸乙酯和乙醇进行索氏提取。所得各提取液抽滤, 旋转蒸发仪浓缩, 直到冷凝管中无溶剂滴下为止, 回收溶剂, 最后得到较浓油状或浆状的粗提取物, 提取物称重, 计算提取率。密封, 置 4℃冰箱中保存备用。

细辛精油的提取: 所用仪器为 TC-SFE-42-5-120S 超临界萃取设备(沈阳天诚超临界萃取有限公司制造)。称取样品 1.85kg, 装入 5L 的萃取罐内, 超临界 CO₂ 萃取: 萃取压力 20MPa, 萃取温度 40℃, 流量 20kg/h; 解析釜 I 压力 6~7MPa, 温度 45℃; 解析釜 II 压力 5~6MPa, 35℃, 萃取时间为 90min, 每 20min 收集提取物称量, 萃取结束后, 称取总量, 密封, 置 4℃冰箱中保存备用。

1.2 供试病原菌

试验用病原菌为引起牡丹叶斑病的拟盘多毛孢(*Pestalotiopsis* sp.), 由聊城大学农学院植物病理研究室提供。

1.3 药液的配制

菌丝生长抑制试验药液的配制。先将细辛不同溶剂提取物和精油用少许无水乙醇充分溶解, 用无菌水配制成 12000mg/L 的母液, 然后用无菌水稀释成 750, 1500, 3000, 6000, 12000mg/L 等 5 个浓度梯度, 备用。

孢子萌发抑制试验药液的配制。将细辛不同溶剂提取物和精油用二甲基亚砷配制成 3000, 6000, 12000, 24000, 48000mg/L 等 5 个浓度梯度, 备用。

1.4 生物测定方法

1.4.1 生长速率法 以生长速率法^[4](琼胶平板法)测定细辛不同溶剂提取物和精油对病原菌菌丝生长的抑制作用。所用培养基为 PDA 培养基, 药液终浓度分别为 75, 150, 300, 600, 1200mg/L。菌饼直径 0.5cm, 每皿 1 块, 3 次重复, 25℃光照培养

箱中培养。待对照菌落直径大约在 3cm 以上时, 用十字交叉法测量菌落直径。根据菌落直径求抑制生长的百分率。

菌丝生长抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径)/对照菌落直径×100%

1.4.2 孢子萌发法 以孢子萌发法^[5](悬滴法)测定细辛不同溶剂提取物和精油对病原菌孢子萌发的抑制作用。以 96 孔微孔培养板代替凹槽载玻片。吸取孢子悬液 78μL 与 2μL 植物提取试验药液混合使之达到规定浓度(药液终浓度分别为 75, 150, 300, 600, 1200mg/L), 以二甲基亚砷(2μL+78μL 无菌水)为空白对照, 3 次重复, 12h 观察结果, 取 3 次重复的平均数(每次重复查 100 个孢子), 根据下列公式计算抑制率。

萌发率=孢子萌发数/检查孢子总数×100%

孢子萌发抑制率=(对照萌发率-处理萌发率)/对照萌发率×100%

1.5 对病原菌的抑制毒力回归线的建立

取细辛不同溶剂提取物和精油适当量, 用无菌水(或二甲基亚砷)等比稀释成 75, 150, 300, 600, 1200mg/L 系列浓度。试验重复 3 次, 建立毒力回归方程。将抑菌的百分率转换成几率值, 浓度转换成对数, 进行几率值分析, 求出细辛不同溶剂提取物和精油对 2 种病原菌的抑制中浓度(EC₅₀)。

1.6 数据分析

试验数据的线性回归等均由 SPSS13 和 DPS v3.01 完成。

2 结果与分析

2.1 细辛不同溶剂的提取率

采用 4 种不同溶剂用索氏提取器对细辛根进行平行提取和采用超临界 CO₂ 提取精油, 除去溶剂蒸干后, 各样品的提取率见表 1。

表 1 细辛不同溶剂提取率

溶剂	细辛重(g)	提取物重(g)	提取率(%)
石油醚	50	2.04	4.08
氯仿	50	3.26	6.52
乙酸乙酯	50	2.92	5.84
乙醇	50	3.23	6.46
精油	1850	42.00	2.27

提取率的高低反映了植物材料中溶于溶剂物质的多少。从表 1 可以看出, 细辛根的不同溶剂提取物的提取率差异较小, 石油醚的提取率较低, 为 4.08%; 氯仿和乙醇的提取率较高, 且很接近, 在 6.5%左右。细辛根采用超临界 CO₂ 法提取精油的

提取率较低, 为 2.27%, 但该法提取得到的精油纯度较高。

2.2 细辛提取物对拟盘多毛孢菌菌丝生长的抑制作用

2.2.1 对菌丝生长的抑制率 在供试条件下, 各处理的抑菌效果如表 2 所示。从表 2 可以看出, 细辛不同溶剂提取物和精油对引起牡丹叶斑病的拟盘多毛孢菌的菌丝生长有很好的抑制效果, 在供试条件下, 抑菌效果均随提取物浓度的加大而增强。当浓度为 75 mg/L 和 1200 mg/L 时, 细辛不同溶剂提取物和精油对拟盘多毛孢病菌菌丝生长的抑菌效果差异达显著水平; 而浓度在两者之间时, 对拟盘多毛孢

菌菌丝生长的抑菌效果表现出极显著的差异。当浓度<300mg/L 时, 各提取物对病原菌菌丝生长的抑制率均低于 60%, 而当浓度>300mg/L 时, 各提取物对病原菌菌丝生长的抑制率均高于 60%。

2.2.2 对菌丝生长的抑制中浓度 根据细辛提取物对拟盘多毛孢菌菌丝生长的抑菌效果, 将抑菌的百分率转换成几率值, 浓度转换成对数, 进行几率值分析, 可以求出细辛提取物对病原菌的抑制中浓度 (EC₅₀), 结果如表 3 所示。

从表 3 可以看出, 相关系数(r)均为正值, 且均大于 0.9 说明细辛不同溶剂提取物对拟盘多毛孢菌丝生长的抑制效果和浓度的线性相关关系显著, 且

表 2 细辛提取物对拟盘多毛孢菌菌丝生长的抑制率

溶剂	菌丝生长抑制率(%)				
	75mg/L	150mg/L	300mg/L	600mg/L	1200mg/L
石油醚	45.4060±3.3395abAB	58.8677±0.9791aA	80.0213±0.5215aA	91.7203±0.5629aA	96.3140±1.5456abcAB
氯仿	38.0600±1.1947cB	49.3600±1.5980cCD	59.1333±1.2850dC	64.6633±2.7782dD	92.7633±1.5704cB
乙酸乙酯	41.6400±1.9719abcAB	54.5133±2.8794bB	72.5700±3.1665bB	83.7067±1.9024bB	98.0233±1.5942abAB
乙醇	40.2267±4.7435bcAB	46.7700±0.8901cD	60.0967±2.9255dC	77.8300±2.8512cC	94.3333±3.4386bcAB
精油	46.0167±0.2810aA	53.5267±0.6093bBC	68.5367±1.2036cB	83.5967±0.0462bB	98.9600±0.5600aA

注: 差异显著性根据新复极差测验统计, 同一纵行内相同字母表示在 0.05 或 0.01 水平上差异不显著。下同

表 3 细辛提取物对拟盘多毛孢菌菌丝生长的抑制效果

溶剂	毒力回归方程	相关系数(r)	SE	EC ₅₀ (mg/L)	EC ₉₀ (mg/L)
石油醚	Y= 1.7356+1.6510X	0.9962	13.905	94.91	566.98
氯仿	Y= 2.1260+1.3012X	0.9219	20.761	161.73	1562.30
乙酸乙酯	Y= 1.2581+1.7967X	0.9699	14.235	120.98	625.21
乙醇	Y= 1.7449+1.4979X	0.9634	17.750	148.96	1068.20
精油	Y= 1.0513+1.8977 X	0.9364	13.585	120.44	570.30

均随浓度的加大而增加。当比较 EC₅₀时, 石油醚提取物的抑制效果最好, EC₅₀ 为 94.91 mg/L, 余者的 EC₅₀ 差异较小。但当比较 EC₉₀ 时, 不同提取物对拟盘多毛孢菌菌丝生长的抑制效果则表现出较大差异: 石油醚提取物和精油的抑菌效果相接近, 且最好, EC₉₀ 分别为 566.98 mg/L 和 570.30 mg/L, 氯仿

提取物的抑菌效果最差, EC₉₀ 高达 1562.30 mg/L, 大约是前者的 3 倍。

2.3 细辛提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制作用

2.3.1 对孢子萌发的抑制率 测定了细辛提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的影响, 结果见表 4。

表 4 细辛提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制率

溶剂	孢子萌发抑制率(%)				
	75mg/L	150mg/L	300mg/L	600mg/L	1200mg/L
石油醚	33.6210±0.9998aA	55.1010±0.6372bAB	75.3723±2.2424aA	98.3507±1.4513aA	100.0000±0.0000aA
氯仿	23.6267±0.9220bB	41.1367±6.1799cC	59.3500±11.7814bB	74.2300±4.5603cAC	87.6067±3.3373bB
乙酸乙酯	35.6233±3.9174aA	44.9567±0.2001cBC	76.0567±4.7182aA	92.5967±1.7295bAB	96.9667±2.2982aA
乙醇	33.3433±1.0398aA	42.7267±0.8528cBC	56.7800±1.3037bB	71.7533±0.2676cC	88.5667±0.3612bB
精油	32.9500±2.3161aA	65.7500±9.3801aA	79.4833±3.5458aA	90.3000±1.0413bAB	96.7400±0.6497bA

从表 4 可以看出, 细辛提取物对拟盘多毛孢菌的孢子萌发具有较好的抑制作用。当浓度大于 150mg/L 时, 孢子萌发抑制率均高于 50%; 当浓度

小于 150mg/L 时, 孢子萌发抑制率均低于 50%; 从提取物看, 石油醚提取物的抑菌效果最好, 当浓度达到 1200mg/L 时, 孢子萌发抑制率达到 100%; 其次

为精油和乙酸乙酯提取物,但两者与前者比较,在1200mg/L浓度下,抑菌效果差异不显著;氯仿和乙醇提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制率,在1200mg/L浓度下分别为87.6067%,88.5667%,两者差异也不显著,但与前三者比较则差异极显著。

2.3.2 对孢子萌发的抑制中浓度 根据表4的结果,分析了细辛提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的

抑菌效果,根据几率值分析求出了细辛提取物对拟盘多毛孢孢子萌发的EC₅₀,结果如表5所示。

从表5可以看出,比较EC₅₀,各细辛提取物对拟盘多毛孢孢子萌发的抑制效果相当,但比较EC₉₀,则表现出很大差异,石油醚提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制效果最好,EC₉₀仅为271.73mg/L;其次为精油,EC₉₀为562.53mg/L;效

表5 细辛提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制效果

溶剂	毒力回归方程	相关系数(r)	SE	EC ₅₀ (mg/L)	EC ₉₀ (mg/L)
石油醚	Y=-3.7340+4.1147X	0.9413	7.345	132.64	271.73
氯仿	Y=1.4164+1.5355X	0.9995	20.876	215.69	1473.90
乙酸乙酯	Y=0.7186+2.0138X	0.9880	13.609	133.67	578.68
乙醇	Y=1.9532+1.3379X	0.9851	21.770	189.39	1719.10
精油	Y=1.2902+1.8149X	0.9918	13.87	110.66	562.53

果最差的为乙醇提取物,EC₉₀高达1719.10mg/L。

3 结论与讨论

采用平行提取法,研究了中草药辽细辛根的不同溶剂(石油醚、氯仿、乙酸乙酯、乙醇)粗提取物和精油对引起牡丹叶斑病的拟盘多毛孢菌生物活性,采用生长速率法测定了样品对病原菌菌丝生长的作用,采用孢子萌发法测定了样品对病原菌孢子萌发的作用。结果表明,细辛不同溶剂提取物和精油对拟盘多毛孢菌的菌丝生长和孢子萌发均有一定的抑制作用;石油醚提取物和精油对菌丝生长的抑菌效果最好,EC₅₀分别为94.91mg/L和120.44mg/L,EC₉₀分别为566.98mg/L和570.30mg/L,氯仿提取物的抑菌效果较差,EC₅₀为161.73mg/L,EC₉₀为1562mg/L;石油醚提取物对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制效果最好,EC₅₀为132.64mg/L,EC₉₀仅为271.73mg/L,其次为精油,效果最差的为乙醇提取物,EC₅₀189.39mg/L,EC₉₀高达1719.10mg/L。

细辛提取物在供试条件下,抑菌效果均随浓度的加大而增高,且对拟盘多毛孢菌孢子萌发的抑制效果好于对其菌丝生长的抑制效果(乙醇提取物除外),如精油对孢子萌发的EC₅₀和EC₉₀分别为110.66mg/L和562.53mg/L;而对菌丝生长的EC₅₀和EC₉₀分别为120.44mg/L和570.30mg/L,比较EC₉₀尤为明显。

在同一供试浓度下,细辛不同溶剂提取物的抑菌效果不同,总体来看,石油醚提取物的抑菌效果最好,而乙醇提取物的抑菌效果较差,说明细辛所含的主要抑菌活性成分易被极性小的有机溶剂所提取。

精油的抑菌效果与石油醚提取物的抑菌效果相当,说明细辛精油中含有抑菌活性物质。

关于细辛在动物和植物病虫害防治上的应用,前人也有报道。张国珍等^[6]研究了麻黄(*Ephedra sinica*)和北细辛挥发油的抗真菌作用,结果表明,两者对 *Alternaria panax*, *Phytophthora cactorum*, *Rhizoctonia sdani*, *Fusarium solani*, *Ustilago coicis* 等真菌的菌丝生长和孢子萌发具有一定的抑制作用和熏蒸作用,麻黄油和细辛油对 *R. solani* 的IC₅₀分别为53.7mg/L和87.8mg/L,其熏蒸作用均随培养时间的延长表现出不同程度的增强;10%的细辛水提取物对立枯丝核菌等有一定的抑菌效果^[7];细辛的乙醇提取物对番茄灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)具有较强的室内抑菌活性^[8]。杨秀娟等^[9]对不同植物提取液的杀线虫活性进行了评价,其研究的植物之一为华细辛叶片,华细辛叶的水提取液对南方根结线虫二龄幼虫的杀虫效果(24h)为100%,与烟草叶和雷公藤叶的效果相当;致死中浓度(LC₅₀)为1020.4mg/L,仅次于烟草叶。杨银书等^[10]研究了8种植物(川芎、细辛、前胡、桔皮、藿香、当归、石菖蒲、薄荷)挥发油对媒介硬蜱的驱避效果,结果表明:细辛挥发油对草原革蜱(*Dermacentor nuttallii*)、日本血蜱(*Haemaphysalis japonica*)、青海血蜱(*H. qinghainesis*)、血红扇头蜱(*Rhipicephalus sanguineus*)若虫和成虫具有较好的麻痹及驱避作用。莫建初等^[11]以黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps* 为对象,在室内对细辛的抗白蚁效果进行了研究,结果表明,华细辛(*Asarum sieboldii* Miq.)粉对黄胸散白蚁不仅有较强(下转第114页)

只能通过骨架慢慢地扩散或通过淀粉的降解慢慢地释放;随着释药时间的延长,微球表面亲水凝胶层逐渐增厚,微球释药面积逐渐缩小,导致微球释药速度越来越小。这说明阿司匹林淀粉微球在体外有着明显的缓释作用,而且其释放曲线符合一级动力学方程, $\ln (1-P)=-0.0778 t-0.3206$, 即药物释放累积率与时间的一次方成正比,并高度相关($r=0.9971$)。

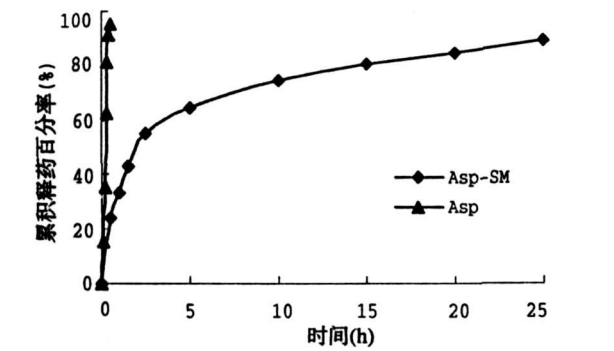


图 4 阿司匹林淀粉微球体外释放曲线

3 结论

淀粉微球的最佳制备条件为:水相为 9.2% (质量分数)的淀粉溶液;油相为 Span-60 溶于大豆油与环己烷的混合溶液(体积比为 4 :1),其中 Span-60 投量 0.09 g, 搅拌速率为 920 r/min, 60℃下搅拌形成微乳液后,加入 4.2 mL 环氧氯丙烷进行交联反应直至结束。依此条件制备的淀粉微球外观圆整,表面有细孔,平均粒径为 38.75 μm, 89.5%的微球粒径分布在 20 ~60 μm 之间,从粒径来看,所得微球可制成注射剂或口服剂。

阿司匹林淀粉微球体外释药过程分为突释和缓释两个阶段,突释阶段药物迅速溶出吸收,血药浓度达到一定的峰值;缓释阶段药物基本上以固定的速度在释放,使血药浓度维持在一定的值,从而达到持续治疗的目的,而且其释放曲线符合一级动力学方程: $\ln (1-P)=-0.0778 t-0.3206$, 即药物释放累积率与时间的一次方成正比,并高度相关($r=0.9971$)。

参考文献:

[1] 崔一喆, 张秀英, 王新. 缓释制剂在兽药中的应用现状及展望[J]. 中国兽医杂志, 2007, 43(9): 53—55.

[2] 尚炜, 薛飞群. 兽药长效制剂的研究进展[J]. 中国寄生虫病, 2005, 13(1): 35—41.

[3] 徐士新. 我国新兽药开发现状及存在问题[J]. 中国家禽, 2001, 23(22): 4—8.

[4] 陈关平, 操继跃. 兽药控/缓释剂的研究进展[J]. 中国兽药杂志, 2003, 37(8): 40—42.

[5] 李静茹, 金征宇. 可降解淀粉微球的性能研究[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(3): 29—32.

[6] 孙庆元, 于英梅, 倪长军, 等. 反相微乳法合成淀粉微球的研究[J]. 大连轻工业学院学报, 2007, 26(1): 5—8.

[7] 左金平, 方明山, 王华林. 阿司匹林聚乳酸/SiO₂微球的制备及其体外缓释研究[J]. 化工中间体, 2007, (4): 9—12.

[8] 郭英, 李酩, 谢静. 阿司匹林壳聚糖纳米缓释微球的制备及体外释放性能的研究[J]. 化学世界, 2007, (1): 38—42.

[9] 梅兴国. 生物技术药物制剂—基础与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

(上接第 63 页) 的毒杀效果, 而且有驱避活性。从以上的研究结果可以看出, 细辛作为植物源农药防治病虫害具有一定的前景。

参考文献:

[1] 王桂清, 姬兰柱, 张弘, 等. 中国植物源杀虫剂研究新进展[J]. 中国农业科学, 2006, 39(3): 150—157.

[2] 戴攀峰, 侯小改, 张亚冰, 等. 伏牛山野生有毒植物资源调查与研究[J]. 河南农业科学, 2005(7): 48—53.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[4] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987: 141—145.

[5] 方中达. 植物病理研究方法[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 1998: 152.

[6] 张国珍, 樊瑛, 丁万隆, 等. 麻黄和细辛挥发油的抗真菌作用[J]. 植物保护学报, 1995, 22(4): 373—374.

[7] 李永刚, 文景芝. 中、草药水提取物抑菌活性的测定[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(4): 396—399.

[8] 王树桐, 曹克强, 胡同乐, 等. 对番茄灰霉病菌有抑菌活性的丁香和细辛提取物提取条件研究[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(1): 69—72.

[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] 杨银书, 刘增加, 张继军, 等. 8 种植物挥发油对媒介硬蜱的驱避效果研究[J]. 医学动物防制, 2002, 18(5): 234—235.

[11] 莫建初, 张时妙, 滕立, 等. 细辛对黄胸散白蚁的毒效[J]. 农药学报, 2003, 5(4): 80—84.