

# 47种植物提取物对3种柑桔常见贮藏病害病原菌活性抑制作用研究

胡军华<sup>1</sup>, 马丽娜<sup>2</sup>, 贺磊<sup>3</sup>, 姚廷山<sup>1</sup>, 李鸿筠<sup>1</sup>, 刘浩强<sup>1</sup>, 冉春<sup>1</sup>, 雷慧德<sup>1</sup>

(1 中国农业科学院柑桔研究所/重庆市柑桔学重点实验室, 重庆, 400712; 2 西南大学植物保护学院;

3 西南大学园林园艺学院)

**摘要:** 采用菌丝生长速率法测定了白附子等47种植物提取物对柑桔青霉菌 *Penicillium italicum*、柑桔绿霉菌 *P. digitatum* 和柑桔酸腐病菌 *Oospora citri-aurantii* 等3种柑桔常见贮藏期病原真菌的离体抑菌活性。结果表明, 以 10 mg/mL 处理3天时, 对柑桔青霉菌抑制作用较强的是川芎(又名川芎藭木) *Ligusticum chuanxiong*、侧柏 *Platycladus orientalis*、苍耳 *Xanthium sibiricum* 和五加皮(又名五加) *Acanthopanax gracilistylus* 的提取物, 抑菌率均在 97% 以上; 对柑桔绿霉菌抑制作用较强的是五加皮和侧柏的提取物, 抑菌率分别为 99.66% 和 98.33%; 对柑桔酸腐病菌抑制作用较强的是独活(又名毛当归) *Angelica pubescens*、羌活 *Notopterygium incisum* 和川芎的提取物, 抑菌率分别为 95.24%、94.38% 和 77.41%。其中, 独活、川芎和五加皮的提取物对柑桔青霉菌、柑桔绿霉菌和柑桔酸腐病菌的抑菌活性显著高于其他植物的提取物, 作用明显, 且提取物气味芬芳。植物提取物抑菌活性的发现为植物源保鲜剂的研发奠定了基础。

**关键词:** 植物提取物; 抑菌活性; 柑桔; 贮藏病害; 保鲜剂

中图分类号: S 436.661.23; S 666 文献标志码: A 文章编号: 1007-1431(2010)03-0001-05

## Antifungal Activities of 47 Plant Extracts Against Three Citrus Post-harvest Storage Pathogens

H U Jun-hua<sup>1</sup>, MA Li-na<sup>1,2</sup>, HE Lei<sup>1,3</sup>, YA O Ting-shan<sup>1</sup>, LI H ong-jun<sup>1</sup>, LI U H ao-qiang<sup>1</sup>, RAN Chun<sup>1</sup>, LEI H ui-de<sup>1</sup>

(1 Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, National Citrus Engineering Research Center, Chongqing, 400712, China; 2 College of Plant Protection, Southwest University; 3 College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University)

**Abstract:** Ethanol extracts from forty-seven plant species were screened for their bioactivity against *Penicillium italicum*, *P. digitatum* and *Oospora citriaurantii* using mycelial growth rate method. The results showed that the extracts with stronger inhibition against *Penicillium italicum* were from *Ligusticum chuanxiong*, *Platycladus orientalis*, *Xanthium sibiricum* and *Acanthopanax gracilistylus*, as judged from their more than 97% of inhibition rates 3 days after being applied at 10 mg/mL. The inhibition rates against *Penicillium digitatum* by the extracts from *Acanthopanax gracilistylus* and *Platycladus orientalis* were 99.66%, 98.33%, respectively. The inhibition rates against *Oospora citriaurantii* by the extracts from *Angelica pubescens*, *Notopterygium incisum* and *Ligusticum chuanxiong* were 95.24%, 94.38%, 77.41%, respectively. In conclusion, the bioactivities of the extracts from *Angelica pubescens*, *Ligusticum chuanxiong* and *Acanthopanax gracilistylus* against *Penicillium italicum*, *P. digitatum* and *Oospora citriaurantii* were superior to those from other plants and should be explored for their possible use in the development of bio-preservatives.

**Key words:** Plants extract; Antifungal activity; Citrus; Storage disease; Preservative

收稿日期: 2010-04-12; 修回日期: 2010-04-25

基金项目: 科技支撑项目(2007BAD47B04, 2006BAD22B03-B4) 和重庆市自然科学基金项目(CSTC2008BB1272) 资助。

作者简介: 胡军华(1971-), 博士, 副研究员, 主要从事植物源农药的研究和开发。E-mail: dhujh@yahoo.com.cn

柑桔是世界第一大水果,其贮藏运输过程中因侵染性病害极易造成果实腐烂,造成极大的损失。目前,化学合成的保鲜剂虽然能够达到防腐保鲜的目的,但其对人的健康有不利影响,甚至出现致癌、致畸、致突变等问题<sup>[1]</sup>。因此,从植物中寻找抑菌活性物质,以开发新型植物源保鲜剂成为目前保鲜剂研究领域的热点之一。研究表明,某些中草药,如唇形科的百里香、迷迭香、薄荷,毛茛科的黄连,伞形科的川芎、白芷和八角茴香,豆科的苦参,木兰科的厚朴等,具有防腐杀菌的成分,都有很好的抑菌效果<sup>[2-4]</sup>。其抑菌成分的研究受到广泛关注。到目前为止,植物提取物用于柑桔贮藏期病原菌的防治还未见报道。植物源保鲜剂来源于天然植物代谢产物,具有对人畜安全,不污染环境,不易引起抗药性,在自然环境中易于降解等优点。我国是中草药文化古国,中草药研究历史悠久,品种繁多,理论丰富,在筛选具有杀菌活性物质的中草药品种上有明显优势。笔者研究了 27 个科 47 种植物的提取物对柑桔贮藏期间柑桔青霉菌、柑桔绿霉菌和柑桔酸腐病菌等 3 种常见贮藏病害的抑制作用,旨在筛选出对病原菌抑制率较高、抑菌谱较广的植物,为下一步的活性成分提取和合成开发提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

柑桔青霉菌 *Penicillium italicum*、柑桔绿霉菌 *P. digitatum* 和柑桔酸腐病菌 *Oospora citri-aurantii* 由中国农业科学院柑桔研究所植物保护研究室分离和保存。植物材料购于四川省成都市荷花池中药材市场。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 植物材料处理

将植物置于 60 ℃ 烘箱内烘干,粉碎后过 40 目筛(孔径 0.37 mm)。取粉碎样品 20 g,加入样品量 6 倍的 95% 乙醇,超声提取 30 分钟(60 ℃),3 次重复。合并滤液,减压浓缩,加水形成悬浮液(1 mL 提取物相当于 1 g 植物干粉)。4 ℃ 保存备用。

#### 1.2.2 植物提取物的抑菌活性测定

植物提取物用细菌滤器(孔径 0.22 μm)过滤后,取滤液 1 mL 加入马铃薯蔗糖培养基(PDA) 99 mL,混合均匀,制成 1% 的带药培养基。每处理 3 次重复。采用菌丝生长速率法,先将 3 种病原菌在

PDA 上活化培养 7 天,然后用打孔器取 6 mm 菌块,接入带药培养基的平板上,28 ℃ 培养 72 小时后,采用十字交叉法测定菌丝生长直径。

抑菌率计算公式如下:

$$\text{菌落直径(mm)} = \text{平均菌丝直径(mm)} - 0.6$$

$$\text{相对抑菌率(\%)} = \frac{\text{IC} - \text{I1}}{\text{IC}} \times 100$$

IC 是空白对照上的菌落直径(mm),I1 是处理中的菌落直径(mm)。根据试验初步结果,选择抑菌效果较好的川芎、五加皮和独活等 3 种植物提取物,采用室内离体平皿法,以 2.5、5、10、20、40 mg/mL 的浓度测定川芎提取物对绿霉菌和酸腐病菌的室内毒力;以 0.175、0.35、0.7、1.4、2.8 mg/mL 浓度测定川芎提取物对青霉菌的室内毒力;以 0.175、0.35、0.7、1.4、2.8 mg/mL 浓度测定五加皮和独活提取物对 3 种病菌的室内毒力。用 DPS 软件完成邓肯氏方差分析检验。用最小二乘法计算毒力回归方程、有效中浓度(EC<sub>50</sub>)和 95% 置信区间。

## 2 结果与分析

### 2.1 47 种植物提取物对 3 种柑桔贮藏病害病原菌的抑制作用

试验结果表明,在药液浓度为 10 mg/mL,供试的 47 种植物提取物中,有 29 种表现出较好的抑菌活性。29 种植物中,川芎、独活、藁本、白术、苍耳、五加皮、侧柏、决明子、莪术和马钱子的提取物对青霉菌相对抑制率大于 80%。其中,川芎、侧柏、苍耳和五加皮的提取物在 50 mg/mL 浓度时对青霉菌相对抑制率分别达 100%、99.33%、97.80% 和 97.19%,龙葵、麦冬、厚朴、秦皮、牛蒡子和龙胆草的提取物则无明显抑制活性。经川芎提取物处理后,青霉菌菌落直径的扩展明显受到影响,且菌丝颜色变浅,推测川芎提取物中具有抑制青霉菌菌丝生长或者阻碍其生长代谢的活性成分。独活、大黄、龙葵、五加皮、侧柏和商陆的提取物对绿霉菌相对抑制率大于 80%。其中,五加皮提取物在 10 mg/mL 浓度时对绿霉菌相对抑制率达 99.66%,使君子、龙胆草、马桑、决明子和牛蒡子的提取物无明显抑菌活性。经五加皮提取物处理后,绿霉菌菌丝生长受到明显抑制,菌丝颜色变为白色,推测五加皮提取物中具有抑制绿霉菌菌丝生长和色素形成的活性成分。独活、羌活提取物对酸腐菌的相对抑制率在 80% 以上,莪术提取物对酸腐菌相对抑制率高达 100%,其余植物的抑制活性较低,有的甚至刺激酸腐病菌

丝的生长。经独活提取物处理后, 酸腐病菌的菌丝生长迟缓(见表 1)。另外的 18 种植物的提出物抑菌活性较差, 分别是伞形科 Umbelliferae 的蛇床子(又名蛇床) *Cnidium monnieri* 和白花前胡 *Peucedanum praeruptorum*、白芷(又名杭白芷) *Angelica dahurica*、茴香 *Foeniculum vulgare*、芸香科 Rutaceae 的白鲜皮(又名白鲜) *Dictamnus dasycarpus*、茜草科 Rubiaceae 的鸡矢藤 *Paederia scandens*、百合科 Liliaceae 的麦冬 *Ophiopogon japonicus*、菊科 Asteraceae 的一支蒿(又名云南蓍) *Achillea wilsoniana*、牛蒡子(又名牛蒡) *Arctium lappa*、使君子科 Com-

bretaceae 的使君子 *Quisqualis indica*、木兰科 Magnoliaceae 的厚朴 *Magnolia officinalis*、马鞭草科 Verbenaceae 的马鞭草 *Verbena officinalis*、龙胆科 Gentianaceae 的龙胆草(又名龙胆) *Gentiana scabra*、马桑科 Coriariaceae 的马桑 *Coriaria sinica*、大戟科 Euphorbiaceae 的蓖麻 *Ricinus communis*、麻黄科 Ephedraceae 的麻黄(又名中麻黄) *Ephedra intermedia*、桑科 Moraceae 的葎草 *Humulus scandens*、百部科 Stemonaceae 的百部(又名大百部) *Stemona tuberosa*。

表 1 29 种植物提取物对 3 种柑桔常见贮藏病害病原菌菌丝生长的影响

科名	植物名称	抑制率/%		
		柑桔青霉菌	柑桔绿霉菌	柑桔酸腐菌
天南星科(Araceae)	白附子(又名独角莲) <i>Typhonium giganteum</i>	43.28 mn	69.13 efghij	70.24 c
	半夏 <i>Pinellia ternata</i>	49.65 jkl	76.00 bdefg	67.71 d
毛茛科(Ranunculaceae)	黄连 <i>Coptis chinensis</i>	67.85 gh	62.50 hijk	64.88 e
伞形科(Umbelliferae)	川芎 <i>Ligusticum chuanxiong</i>	100.00 a	54.89 klm	77.08 b
	独活 <i>Angelica pubescens</i>	84.97 c	82.50 b	94.38 a
	柴胡(又名红柴胡) <i>Bupleurum scorzonerifolium</i>	70.35 fg	70.38 cdefghi	30.95 l
	羌活 <i>Notopterygium incisum</i>	41.96 mno	41.67 qrs	95.24 a
	藁本 <i>Ligusticum sinense</i>	85.22 c	71.88 cdefgh	- 0.39
	当归 <i>Angelica sinensis</i>	63.49 hi	48.93 mnopq	76.25 c
	石椒草 <i>Boenninghausenia sessilicarpa</i>	74.93 def	42.94 opqr	14.29 o
芸香科(Rutaceae)	大黄 <i>Rheum officinale</i>	61.66 i	91.84 a	26.01 m
蓼科(Polygonaceae)	藜芦 <i>Veratrum nigrum</i>	68.11 gh	47.86 mnopq	58.39 f
百合科(Liliaceae)	天门冬 <i>Asparagus cochinchinensis</i>	15.06 s	77.84 bedef	33.20 l
	白术 <i>Actyolodes macrocephala</i>	85.01 c	40.33 qrstu	- 0.99
菊科(Asteraceae)	青蒿 <i>Artemisia apiacea</i>	36.81 pq	79.20 bed	54.44 gh
	茵陈(又名茵陈蒿) <i>A. capillaris</i>	76.87 de	30.00 vw	- 0.07
	孔雀草 <i>Tagetes patula</i>	50.00 jk	76.79 bedef	9.59 p
	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	97.80 b	- 1.33	- 0.87
茄科(Solanaceae)	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	- 1.19	80.00 bc	40.99 k
五加科(Araliaceae)	五加皮(又名五加) <i>Acanthopanax gracilistylus</i>	97.19 b	99.66 a	70.24 c
柏科(Cupressaceae)	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	99.33 b	98.33 a	- 0.05
木犀科(Oleaceae)	秦皮(又名栲) <i>Fraxinus chinensis</i>	- 0.06	69.90 defghi	46.76 i
豆科(Leguminosae)	决明子 <i>Cassia obtusifolia</i> L.	87.79 c	- 1.11	- 0.95
	苦参 <i>Sophora flavescens</i>	79.13 d	51.88 lmnop	- 0.05
姜科(Zingiberaceae)	莪术 <i>Curcuma phaeoaulis</i> Valeton	100.00 a	47.96 mnopq	77.41 b
马钱科(Loganiaceae)	马钱子 <i>Strychnos nux vomica</i>	87.97 c	77.39 bedef	- 0.77
商陆科(Phytolaccaceae)	商陆 <i>Phytolacca acinosa</i>	69.44 g	80.06 bc	- 1.77
棕榈科(Palmae)	槟榔 <i>Reca catechu</i>	72.17 ef	54.87 klm	42.86 jk
漆树科(Nacardiaceae)	枳椇 <i>Mangifera indica</i>	44.87 lmn	78.54 bcde	44.53 ij

注: 同列数据后小写英文字母表示在 0.05 水平上差异显著性。

## 2.2 3 种植物提取物对 3 种常见柑桔贮藏病害病原菌的毒力

试验结果表明, 五加皮提取物对青、绿霉菌均表现出较好的抑菌活性,  $EC_{50}$  值分别为 0.2851 mg/l mL 和 0.3875 mg/mL; 对酸腐病菌的  $EC_{50}$  值为 0.5982 mg/mL。川芎提取物对青霉菌抑菌活性较高,  $EC_{50}$

值为 0.3521 mg/mL, 与五加皮提取液效果相当; 对酸腐病菌的抑菌效果一般,  $EC_{50}$  值为 3.8976 mg/mL, 远远低于其他两种中草药提取液。独活提取物对柑桔绿霉和酸腐病菌的抑制效果较好,  $EC_{50}$  值分别为 0.7945 mg/mL 和 0.7860 mg/mL; 对青霉菌病原菌抑制效果较差(见表 2)。

表 2 3 种植物提取物对 3 种柑桔常见贮藏病害病原菌的毒力

病原菌	植物名称	EC <sub>50</sub> /mg·mL <sup>-1</sup>	回归方程	R <sup>2</sup>	95% 置信区间
青霉菌	独活	1.2954 b	y = 4.8979 + 0.9084 x	0.9634	0.1390
	五加皮	0.2851 a	y = 5.6383 + 1.1710 x	0.9965	0.0540
	川芎	0.3521 a	y = 5.4479 + 0.9878 x	0.9970	0.0421
绿霉菌	独活	0.7945 b	y = 5.2003 + 2.0051 x	0.9956	0.1042
	五加皮	0.3875 a	y = 5.5518 + 1.3401 x	0.9661	0.1968
	川芎	4.0131 c	y = 4.4209 + 0.9596 x	0.9928	0.0638
酸腐菌	独活	0.7860 b	y = 5.2284 + 2.1835 x	0.9960	0.9140
	五加皮	0.5982 a	y = 5.3432 + 1.5378 x	0.9870	0.1376
	川芎	3.8976 c	y = 4.2882 + 1.2048 x	0.9956	0.0622

注:表中数据为 3 次重复平均值,同列数据后标有的小写字母表示在 0.05 水平上的差异显著性(DMRT 法)。

### 3 讨论

柑桔青霉病和柑桔绿霉病是柑桔贮藏过程中最常见的侵染性病害,能够造成果实腐烂,严重时腐烂果率可达 60% 以上<sup>[1]</sup>。果实被柑桔青霉菌或柑桔绿霉菌侵染后,若湿度较大,极易再被柑桔酸腐病菌侵染,造成果实腐烂流汁。目前,只有部分化学药剂能有效防治上述病害。

本试验测定了在浓度为 10 mg/mL 的 47 种植物提取物对柑桔贮藏期常见的 3 种病害病原菌的抑菌活性,发现部分植物提取物具有较强的抑制作用。其中,川芎、五加皮和独活的提取物对上述 3 种病害的病原菌有较好的抑制作用。

据报道,川芎、五加皮和独活中活性物质的抑菌活性较强或含量较高,而且在医学领域已发现具有较强的抑菌活性,在农业上的运用报道较少<sup>[7]</sup>。

在医药领域,对川芎的研究较活跃,其主要成分川芎嗪可抑制癌细胞增殖,显著降低癌细胞蛋白分泌量和相关酶的活性,增加有益拮抗酶的活性,从而改变癌细胞的转化方向<sup>[8]</sup>。在本试验中表现出阻碍病原菌菌丝体代谢活动的物质是否为川芎嗪,或是其他物质,还有待进一步研究。

独活为伞形科常用中草药,其提取物对小麦赤霉病菌 *Gibberella zeae*、玉米大斑病菌 *Exserohilum turcicum*、辣椒疫霉 *Phytophthora capsici*、白色念珠菌 *Candida albicans* 和产脲假丝酵母 *Candida utilis* 都有很好的抑制作用<sup>[9-10]</sup>。杨秀伟等鉴定出独活挥发油中的 88 种化合物主要为单萜类化合物及其衍生物,3-萜烯、间-聚伞花素、β-水芹烯等是其主要成分,占挥发油总量的 22.23%<sup>[11]</sup>。Eftekhar 等分析伞形科的中草药阿魏 *Ferula asafoetida* 的种子精油也含有 3-萜烯,占其精油总量的 6.7%,该精油对金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌和粪链

球菌 *Enterococcus faecalis* 具有较强的抑制作用<sup>[12]</sup>。独活具有的抑菌活性是否与这一物质的存在有关还有待于进一步研究。

五加皮原产中国,其主要功能是祛风湿、补肝肾、强筋骨、抗真菌、提高机体免疫力<sup>[13-14]</sup>。据报道,五加皮挥发油类物质中的姜黄醇是其抗病毒、抗肿瘤、抗菌的主要活性物质<sup>[14]</sup>。但其在医学领域的抗病机理尚不明确。在本试验中对 3 种侵染性病原微生物均表现出较好的抑菌作用,尚属首次发现,是否与姜黄醇的作用有关,或由其他物质影响,还需要进一步分离、纯化。

川芎、五加皮和独活的提取物能较好抑制柑桔常见贮藏病害的病原菌,但其对病原菌的作用方式、作用机理等方面还需要进一步明确,对其活性成分进行深入研究,利用人工模拟合成技术,获得生物活性化合物,有可能研制出新型植物源杀菌剂。

### 参 考 文 献

- [1] 丘 麒, 罗建军, 施楚新, 等. 21 种植物提取物对 3 种柑桔病原真菌抑菌活性的初步研究[J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(1): 42-45
- [2] 周 浩, 甘启贵, 杨 鸾, 等. 天然防腐剂在果蔬保鲜涂料中的应用[J]. 林产业化学与工业, 1997(4): 61-66
- [3] 毛 琼, 宋晓岗, 罗宗铭. 中草药提取物保鲜水果的效果研究[J]. 食品科学, 1999(5): 54-56
- [4] 马丽娜, 胡军华, 雷慧德. 草本植物提取物在果蔬贮藏中的研究进展[J]. 农药, 2009, 48(4): 239-241
- [5] 吴新安, 花日茂, 岳永德, 等. 几种中草药提取物对植物病原菌的抗菌活性研究[J]. 安徽农业大学学报, 2002, 29(4): 330-332
- [6] 方中达. 植病研究方法(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 151-154

(下转第 8 页)

用尿素和(15-15-15)高磷复合肥有关,但更多的应是与土壤中有效磷含量较高有关。

紫色土属风化度浅的初育土,遂宁组紫色土碳酸钙含量高,锰、铁和锌等矿质营养元素的有效度降低,这是在该类土壤上柑桔普遍产生缺素的主要原因<sup>[6,8]</sup>。从本研究初步结果看,沙溪庙组紫色土哈姆林甜橙叶片的营养状况明显好于遂宁组紫色土哈姆林甜橙叶片的营养状况,且遂宁组紫色土哈姆林甜橙叶片中锰、铁和锌含量明显低于沙溪庙组紫色土哈姆林甜橙叶片的含量,这与周学伍等的研究一致<sup>[8]</sup>。

根据“最低养分定律”,即植物生长受最低有效养分所制约<sup>[4]</sup>。从研究结果看,所有调查园都存在一种或多种营养元素的不足或缺乏问题。因此,柑桔生产上应大力推广以叶片营养诊断为基础的平衡施肥,适当增施镁、锰和锌肥,对遂宁组紫色土多施有机肥,降低土壤 pH 值,增加土壤锰、铁和锌的有效性。

#### 参 考 文 献

[1] Tucker D P H, Alva A K, Jackson L K, et al. Nutri-

tion of Florida citrus trees[M]. Gainesville: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Cooperative Extension Service, 1995: 169

[2] 庄伊美. 柑桔营养诊断指导施肥的实践[J]. 浙江柑桔, 1996, 13(2): 8-11

[3] 周学伍,程昌凤,吕斌,等. 锦橙叶片矿质营养元素含量指标的研究[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(1): 15-20

[4] 庄伊美. 柑桔营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 1-4, 107

[5] 陈守一,彭玉基,杨再英. 提高柑桔果实品质的 N P K 平衡施肥研究[J]. 耕作与栽培, 2001(2): 51-52

[6] 淳长品,彭良志,江才伦,等. 三峡库区部分柑桔园土壤营养状况的初步研究. 中国南方果树, 2009, 38(2): 1-6

[7] 李振轮,谢德体. 不同紫色土对柑桔产业化的适宜性探讨——以重庆市“百万吨”柑桔产业化为例. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(3): 327-330

[8] 周学伍,吕斌,李质怡,等. 土壤母质及砧木对柑桔缺素影响的研究[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(1): 8-14

(责任编辑:鲁玉洋;英文编辑:董朝菊)

(上接第 4 页)

[7] Tang Bing-lan. Research of herb Paris Polyphylla [J]. Journal of You-bian National. 2006(6): 1062-1064

[8] 舒冰,周重建,马迎辉,等. 中药川芎中有效成分的药理作用研究进展[J]. 中国药理学通报, 2006, 22(9): 1043-1047

[9] 韩建华,祝木金,冯俊涛,等. 27种植物抑菌活性初步筛选[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 134-137

[10] Bonjar G H S. Anti yeast activity of some plants used in traditional herbal-medicine of Iran [J]. Journal Biological Science, 2004, 4: 212-215

[11] 杨秀伟,刘玉峰,陶海燕,等. 独活挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(8): 663-666

[12] 李端,周立刚,姜微波,等. 伞形科植物抗菌成分的研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(8): 161-167

[13] 邱建波,龙启才,姚美村. 五加皮对环氧酶的影响[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(4): 316-320

[14] Wang J Z, Tsumura H, Shimura, et al. Antitumor activity of polysaccharide from a Chinese medicinal herb *Acanthopanax giraldii* Harms [J]. Cancer Letter, 1992(65): 79-84

(责任编辑:鲁玉洋;英文编辑:董朝菊)