

抑菌植物的筛选及甘草对5种植物病原真菌 抑菌活性的研究

罗建军, 翁群芳, 胡美英

(华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:为了寻找新的植物源杀菌剂,采用菌丝生长速率法测定了17种植物提取物对荔枝霜疫霉病菌 *Peronophythora litchi* 的抑菌活性.结果显示:辣蓼 *Polygonum lapathifolium*、白花油茶 *Camellia oleifera* 甲醇提取物(干粉)10 mg/mL 处理7 d后的抑菌率分别达74.37%、77.02%,而甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 根甲醇提取物相同质量浓度时的抑菌率达到97.83%;甲醇对甘草的提取率为23.04%,甘草的甲醇提取物1和5 mg/mL 处理对荔枝霜疫霉病菌菌丝生长的抑菌率分别为63.84%和80.68%,对荔枝霜疫霉病菌孢子囊芽管萌发的抑制中质量浓度(EC_{50})为0.47 mg/mL,对荔枝霜疫霉病菌、辣椒疫霉病菌 *Phytophthora capsici*、芒果炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*、香蕉枯萎病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* 和草莓叶斑病菌 *Cladosporium herbarum* 菌丝生长的 EC_{50} 依次为0.62、0.89、9.70、6.42和4.53 mg/mL,表明甘草甲醇提取物具有较好的抑菌活性,有望继续研究开发成新的杀菌剂.

关键词:提取物;甘草;抑菌活性

中图分类号: S482.38

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2012)03-0356-05

Studies on Screening of Antifungal Plants and Antifungal Activities of *Glycyrrhiza uralensis* Against Five Phytopathogens

LUO Jian-jun, WENG Qun-fang, HU Mei-ying

(College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In order to find new fungicides, antifungal activities of 17 plant extracts against *Peronophythora litchi* were determined by using mycelial growth rate method. The main results were as follows: after 7 days' treatment with a dry-powder mass concentration of 10 mg/mL, the methanol extracts of *Polygonum lapathifolium* and *Camellia oleifera* showed inhibition rates of 74.37% and 77.02%, respectively, while the methanol extract of *Glycyrrhiza uralensis* (root) showed inhibition rates of 97.83% at the same test mass concentration; extraction ratio reached 20.80% by using methanol to extract *Glycyrrhiza uralensis* (root) and it showed inhibition rates of 63.84% and 80.68% on *P. litchi* with dry-powder mass concentrations of 1.0 and 5.0 mg/mL, respectively, and the median inhibitory mass concentration was 0.47 mg/mL against the germination of sporangia of *P. litchi*. The median inhibitory mass concentration against *P. litchi*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, and *Cladosporium herbarum* was 0.62, 0.89, 9.70, 6.42 and 4.53 mg/mL, respectively. These results suggest that the methanol extract of *G. uralensis* (root) has good antifungal activity, and it is expected to develop into a new fungicide with further research.

Key words: plant extract; *Glycyrrhiza uralensis*; antifungal activity

收稿日期: 2012-05-08

作者简介: 罗建军(1971—),男,助理研究员,硕士;通信作者: 胡美英(1954—),女,教授, E-mail: humy@scau.edu.cn

基金项目: 广东省科技计划项目(2008B020900007)

由荔枝霜疫霉病菌 *Peronophythora litchi*、芒果炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*、香蕉枯萎病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* 等植物病原真菌感染造成的病害是威胁荔枝、芒果、香蕉等果蔬生产的重要自然灾害. 病害发生后, 可以使荔枝、芒果等减产和鲜果品质变劣^[1], 并且在果品贮藏、加工、运输过程中进一步发展而造成更大危害, 从而影响国民经济的发展和人民生活水平的提高. 目前, 荔枝、芒果、香蕉等果蔬病害的防治以化学杀菌剂占据主导地位, 例如, 荔枝霜疫霉病的防治药剂多为化学药剂, 包括施保克乳油、普力克水剂^[2]、啞菌酯^[3]、醚菌酯^[4]等, 反丁烯二酸桂醇甘醇酯等7种食品防腐剂对荔枝霜疫霉病菌亦有一定的抑制效果^[5]. 随着科学认识的不断进步, 人们越来越重视长期大量使用化学合成杀菌剂所造成的果品污染、农药残留超标及危害人体健康等严重问题, 社会可持续发展倍受关注, 同时, 植物病原菌对化学合成杀菌剂的抗性

愈演愈烈, 因此, 人们迫切希望能找到作用机制独特并对环境友好的新型防治剂, 在这种情况下, 植物源抗菌物质因具有与环境相容性好、对有害生物的选择压力小、符合社会可持续发展的要求, 而吸引了越来越多农药研究者的关注, 成为国际上杀菌剂研究开发热点^[6-8].

本文以荔枝霜疫霉病菌为对象, 对17种植物提取物进行抑菌活性筛选, 并进一步研究了乌拉尔甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 对荔枝霜疫霉病菌、芒果炭疽病菌等5种植物病原真菌的抑菌活性, 旨在为寻找植物病害防治新药剂提供依据.

1 材料与方法

1.1 供试植物

供试植物从江西吉安、广东河源、广州龙洞华南植物园及广州五山华南农业大学杀虫植物标本园等地采集, 共17科9属17种(表1).

表1 供试植物样品

Tab.1 Catalogue of plants tested

科名	种名	采集地点	供试部位
大戟科 Euphorbiaceae	油桐 <i>Aleurites fordii</i>	江西吉安	茎叶
楝科 Meliaceae	桃花心木 <i>Swietenia macrophylla</i>	广州五山	茎叶
	毛麻楝 <i>Chukrasia tabularis</i> var. <i>velutina</i>	广州五山	茎叶
萝藦科 Asclepiadaceae	断肠草 <i>Gelsemium elegans</i>	广东河源	茎叶
茜草科 Rubiaceae	蛇舌草 <i>Oldenlandia diffusa</i>	广东河源	茎叶
天南星科 Araceae	海芋 <i>Rhizome alocasiaodorae</i>	广东河源	茎叶
蓼科 Polygonaceae	辣蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i>	广西灵山	茎叶
马钱科 Loganiaceae	醉鱼草 <i>Buddleja lindleyana</i>	广州五山	茎叶
山茶科 Theaceae	白花油茶 <i>Camellia oleifera</i>	广州五山	茎叶
	油茶籽 <i>Camellia oleifera</i>	江西吉安	种子
无患子科 Sapindaceae	龙眼 <i>Dimocarpus longan</i>	广州五山	茎叶
桃金娘科 Myrtaceae	柠檬桉 <i>Eucalyptus citriodora</i>	广州龙洞	茎叶
柏科 Cupressaceae	杜松 <i>Juniperus rigida</i>	广州龙洞	茎叶
豆科 Leguminosae	乌拉尔甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	内蒙古鄂尔多斯	根
蒺藜科 Zygophyllaceae	骆驼蓬 <i>Peganum harmala</i>	广州五山	茎叶
柏科 Cupressaceae	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	广州龙洞	茎叶
茄科 Solanaceae	刺茄 <i>Atropa belladonna</i>	广西灵山	果实

1.2 供试病菌

辣椒疫霉病菌 *Phytophthora capsici*、荔枝霜疫霉病菌、芒果炭疽病菌、草莓叶斑病菌 *Cladosporium herbarum* 和香蕉枯萎病菌等由华南农业大学农药学系提供.

1.3 提取物制备

将所采集的17种植物阴干, 置于50℃电热恒温鼓风干燥箱中烘干, 粉碎机粉碎. 称取20.0g植物干粉于500mL三角瓶, 加入甲醇200mL, 超声波提取10min后, 过滤, 滤渣中再加入甲醇150mL, 超声波提取10min, 重复3次. 最后用甲醇冲洗滤渣3

次, 合并所有滤液, 用旋转蒸发仪浓缩至干, 称质量, 低温保存备用. 提取率按以下公式计算:

$$\text{提取率} = \frac{\text{提取物干质量}}{\text{植物粉干质量}} \times 100\%$$

1.4 抑菌活性测定

1.4.1 菌丝生长速率法测定抑菌活性 本试验将植物提取物统一折算成干粉质量浓度(Dry-powder mass concentration), 以比较各供试植物材料的抑菌活性. 称取20g供试植物干粉, 以甲醇浸泡、提取、浓缩成膏状物后, 用体积分数为75%的甲醇溶解全部膏状物, 定容到40mL(此时相当于每毫升溶剂中

含有植物干粉 500 mg),准确吸取 1 mL 药液加到 49 mL 融化的 PDA 培养基(约 45℃)中混匀,使干粉质量浓度为 10 mg/mL(培养基中甲醇的最终体积分数为 1.5%)^[9],每瓶混匀后均匀倒入 3 个灭菌培养皿中(直径 9 cm),配制成所需浓度的带毒培养基.以甲醇体积分数为 1.5% 的 PDA 培养基作对照(CK).

供试病菌在直径 9 cm 的培养皿内用约 17 mL 的 PDA 培养基培养,培养 5 d 后在菌落边缘菌丝生长旺盛处用打孔器打取直径为 0.6 cm 的菌饼,分别接种于每个培养皿中央(有菌丝的一面向下).每个培养皿放一个菌饼,每处理设 3 个重复,25℃ 培养箱中培养数天后,采用十字交叉法测定菌落直径,按以下公式计算抑菌率:

$$\text{抑菌率} =$$

$$\frac{(\text{CK 菌落直径} - 0.6) - (\text{处理菌落直径} - 0.6)}{\text{CK 菌落直径} - 0.6} \times 100\%.$$

1.4.2 载玻片法测定孢子囊萌发率和孢子囊萌发抑制率 用体积分数为 75% 的甲醇溶解甘草甲醇提取物后,以无菌水配制成质量浓度为 2.60、2.00、1.40、1.00、0.60 和 0.30 mg/L 的供试药液.将在 PDA 培养基上培养 13 d 的荔枝霜疫霉病菌用无菌水洗下孢子囊,分别取各种质量浓度供试药液 1.0 mL 和孢子囊液 1.0 mL 混合均匀,制备孢子囊悬浮液(供试提取物最终质量浓度分别为 1.30、1.00、0.70、0.50、0.30 和 0.15 mg/L,甲醇的最终体积分数为 1.0%),设体积分数为 1.0% 的甲醇为对照(CK),孢子囊浓度为每视野(10×40 倍)40~60 个.取药剂处理后的孢子囊悬浮液 80 μL 滴在载玻片上,再将载玻片置于 9 cm 培养皿内,皿内放 1 张滤纸并滴加少量无菌水以保湿,置于 28℃ 条件下光照培养 4 h 后,显微镜下观察孢子囊萌发情况^[10].按下式计算孢子囊萌发率和孢子囊萌发抑制率:

$$\text{孢子囊萌发率} = \frac{\text{萌发孢子囊数}}{\text{观察孢子囊数}} \times 100\%,$$

$$\text{孢子囊萌发抑制率} =$$

$$\frac{\text{对照孢子囊萌发率} - \text{药剂处理孢子囊萌发率}}{\text{对照孢子囊萌发率}} \times 100\%.$$

2 结果与分析

2.1 提取物对荔枝霜疫霉病菌的抑菌活性

菌丝生长速率法测定结果(表 2)表明,在提取物为 10 mg/mL 干粉质量浓度时,辣蓼、白花油茶和甘草等 3 种植物甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌菌丝生长的抑制率均达 74% 以上,依次为 74.37%、77.02% 和 97.83%;桃花心木、海芋、蛇舌草、杜松

等植物甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌生长也有一定抑制作用,抑制率在 31.27%~62.72% 之间;生测结果还显示,油桐、断肠草、龙眼、柠檬桉甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌的生长抑制作用较差,抑制率仅在 14.01%~18.30% 之间.

生物活性测定结果显示,甘草的甲醇提取物具有很强的抑菌作用,抑菌率达 97.83%,明显高于其他植物提取物,因此选择甘草作进一步研究.

表 2 供试植物的甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌的抑制作用¹⁾

植物名称	菌落直径/cm	抑菌率/%
油桐	5.77 ± 0.03	15.54 ± 0.27 ^{uv}
桃花心木	4.43 ± 0.03	37.40 ± 0.27 ^q
断肠草	5.85 ± 0.06	14.01 ± 0.94 ^v
蛇舌草	4.82 ± 0.05	31.27 ± 0.72 ^s
海芋	3.38 ± 0.04	54.55 ± 0.27 ^l
辣蓼	2.17 ± 0.03	74.37 ± 0.27 ^g
醉鱼草	4.12 ± 0.05	42.50 ± 0.27 ^{op}
白花油茶	2.00 ± 0.03	77.02 ± 0.47 ^f
杜松	2.88 ± 0.04	62.72 ± 0.27 ⁱ
龙眼	5.60 ± 0.03	18.30 ± 0.47 ^t
柠檬桉	5.85 ± 0.06	14.22 ± 0.94 ^v
油茶籽	3.85 ± 0.04	47.00 ± 0.47 ^m
乌拉尔甘草	0.73 ± 0.03	97.83 ± 0.27 ^a
骆驼蓬	4.15 ± 0.04	42.10 ± 0.47 ^p
侧柏	4.22 ± 0.04	45.26 ± 0.47 ^p
毛麻楝	3.20 ± 0.07	57.38 ± 0.82 ^{jk}
刺茄	2.53 ± 0.04	68.36 ± 0.54 ^h
对照(CK)	6.72 ± 0.04	

1) 所用干粉质量浓度均为 10 mg/mL,培养 7 d;表中数据为 3 个重复的平均值;同列数据后凡有一个相同英文小写字母者,表示差异不显著(DMRT 法, $P > 0.05$).

2.2 不同溶剂对甘草的提取

采用超声波法,分别使用 7 种常用溶剂对甘草进行提取效率的研究.结果(表 3)表明,不同溶剂的提取物不仅外观有差异,而且提取率也有差异,乙醇、三氯甲烷、正己烷、乙酸乙酯、甲醇、石油醚和水的提取率依次为 16.530%、3.635%、1.180%、4.125%、23.030%、1.250% 和 15.662%,其中甲醇对甘草的提取率明显高于其他溶剂,其次为乙醇.

2.3 甘草不同溶剂提取物对荔枝霜疫霉菌菌丝生长的抑制作用

用体积分数为 75% 的甲醇作溶剂溶解提取物,然后再与 PDA 培养基配制成带毒培养基,以菌丝生长速率法测定了乙醇、三氯甲烷等 7 种溶剂提取物对荔枝霜疫霉菌菌丝生长的抑制作用.结果(表 4)表明:处理 7 d 后,甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌菌

丝生长的抑制率明显高于其他处理,在10、5和1 mg/mL干粉质量浓度时的抑制率分别达97.361%、80.683%和63.830%。

表3 甘草不同溶剂的提取结果¹⁾

Tab.3 Results of different solvent extracts of *Glycyrrhiza uralensis*

溶剂	m(提取物)/g	提取率/%	提取物状态
乙醇	3.306 ± 0.087	16.530 ± 0.435b	红棕色膏状
三氯甲烷	0.727 ± 0.007	3.635 ± 0.035d	红棕色浸膏
正己烷	0.236 ± 0.004	1.180 ± 0.019e	浅黄色浸膏状
乙酸乙酯	0.825 ± 0.022	4.125 ± 0.109d	红棕色浸膏状
甲醇	4.607 ± 0.047	23.035 ± 0.237a	红棕色膏状
石油醚	0.250 ± 0.009	1.250 ± 0.047e	红棕色膏状
水	3.132 ± 0.044	5.662 ± 0.220c	黄白色浸膏

1) 以20 g甘草粉进行提取;表中数据为3个重复的平均值;同列数据后凡有一个相同英文小写字母者,表示差异不显著(DMRT法, $P > 0.05$)。

表4 甘草不同溶剂提取物对荔枝霜疫霉病菌菌丝生长的抑制作用¹⁾

Tab.4 Inhibition of different solvent extracts of *Glycyrrhiza uralensis* on *Peronophythora litchi*

溶剂	ρ (甘草粉)/ (mg · mL ⁻¹)	菌落直径/ cm	抑菌率/ %
对照(CK)	0	7.42	
乙酸乙酯	1	6.38 ± 0.060	13.971jk
	5	3.83 ± 0.042	48.338g
	10	2.45 ± 0.043	66.981d
乙醇	1	6.48 ± 0.031	12.624k
	5	2.98 ± 0.031	59.793f
	10	1.88 ± 0.039	74.618c
正己烷	1	6.18 ± 0.144	16.667ij
	5	4.38 ± 0.087	40.925h
	10	2.60 ± 0.058	64.960ed
石油醚	1	7.33 ± 0.131	1.168l
	5	6.00 ± 0.054	19.137i
	10	4.53 ± 0.042	38.904h
三氯甲烷	1	6.07 ± 0.042	18.239i
	5	4.40 ± 0.047	40.476h
	10	2.42 ± 0.060	67.430d
甲醇	1	2.68 ± 0.031	63.836e
	5	1.43 ± 0.021	80.683b
	10	0.78 ± 0.031	97.361a
水	1	5.91 ± 0.132	13.386k
	5	4.28 ± 0.029	37.221h
	10	3.53 ± 0.076	48.309g

1) 表中数据为3个重复的平均值;同列数据后凡有一个相同英文小写字母者,表示差异不显著(DMRT法, $P > 0.05$)。

2.4 甘草甲醇提取物对5种植物病原菌的毒力

在室内采用菌丝生长速率法测试了甘草甲醇提取物对5种植物病原菌的毒力。试验结果(表5)显

示,培养7 d后,甘草甲醇提取物对荔枝霜疫霉菌、辣椒疫霉病菌、芒果炭疽病菌、香蕉枯萎病菌和草莓叶斑病菌的抑制中质量浓度(EC₅₀)依次为0.62、0.89、9.70、6.42和4.53 mg/mL,表明甘草甲醇提取物对荔枝霜疫霉菌、辣椒疫霉病菌有较好的抑制活性。

表5 甘草甲醇提取物对5种植物病原菌的毒力

Tab.5 Toxicity of crude methanol extracts of *Glycyrrhiza uralensis* to hyphal extensions of 5 plant pathogens

供试菌种	毒力回归方程	相关系数 (r)	EC ₅₀ / (mg · mL ⁻¹)	95%置信限/ (mg · mL ⁻¹)
荔枝霜疫霉菌	$y = 5.3264x + 1.5579$	0.9936	0.62	0.28 ~ 1.38
辣椒疫霉病菌	$y = 1.7815x + 5.0886$	0.9824	0.89	0.58 ~ 1.38
芒果炭疽病菌	$y = 1.6834x + 3.3386$	0.9945	9.70	5.89 ~ 13.51
香蕉枯萎病菌	$y = 1.4988x + 3.7900$	0.9856	6.42	4.01 ~ 8.83
草莓叶斑病菌	$y = 1.8943x + 3.7579$	0.9505	4.53	3.05 ~ 6.71

2.5 甘草甲醇提取物对荔枝霜疫霉菌孢子囊芽管萌发活性的影响

试验结果表明,CK(体积分数为1.0%的甲醇)的荔枝霜疫霉病菌孢子囊萌发率高达97.28%,甘草甲醇粗提物在1.30、1.00、0.70、0.50、0.30和0.15 mg/mL下的荔枝霜疫霉病菌孢子萌发率分别为97.84%、86.45%、67.27%、52.67%、30.21%和13.26%,处理浓度升高,孢子囊萌发率相应降低。将浓度转为对数,抑制率换为几率值,利用线性回归法求出其毒力回归曲线为 $y = 3.0474x + 5.9922$ ($r = 0.9288$), EC₅₀为0.47 mg/mL, 95%置信限为0.45 ~ 0.49。

3 讨论

目前,国内外学者对植物源抑菌物质的研究日趋活跃,研究分离了许多有抑菌活性的物质^[11-12],而从中草药中寻找具有杀菌、抑菌活性物质,是新型天然植物源杀菌剂研制的一条重要途径^[13-15]。

乌拉尔甘草是豆科甘草属植物,其根和根茎是最常用的中药,主产于内蒙古和新疆维吾尔自治区,除用作药品外,还广泛用在食品、酿造和化妆品工业上。近些年,甘草的活性研究已成为关注的焦点。在临床医学上,该属植物具有抗肿瘤、抗炎及抗变态反应、抗病原微生物和免疫调节作用等功效^[16],而作为抗病原微生物药物还可以应用在食品的保鲜防腐方面^[17-18]。甘草的杀菌活性可见于医学上的报道^[19-20],而关于甘草提取物对植物病原真菌的抑菌活性却鲜有报道,且未进行深入研究^[7,21]。

本文将荔枝霜疫霉病菌作为供试筛选菌,利用含毒介质菌丝生长速率法,在离体条件下对17科9

属 17 种植物的甲醇提取物进行抑菌活性的筛选,筛选结果表明,中药甘草甲醇提取物具有很强的抑菌作用,抑菌率达 97.83%,明显高于其他植物。

由于植物体内含有多种化学物质,用不同极性溶剂对甘草进行提取,得到的提取物所含化学物质(包括活性成分)种类及质量会有所差异,从而影响提取物的抑菌活性,有可能会造成漏筛。本研究分别用乙醇、三氯甲烷、正己烷、乙酸乙酯、甲醇、石油醚和水 7 种不同极性常用溶剂以超声波法对甘草进行提取,提取结果表明,甲醇、乙醇的提取率较高,分别为 23.03% 和 16.53%;但生测结果表明,在相同浓度条件下,甲醇提取物对荔枝霜疫霉菌丝生长的抑制率明显高于其他处理,干粉质量浓度 10 mg/mL 时抑制率达 97.31%,显示出很强的抑菌作用,因此初步认为甘草中主要的抑菌活性物质极性较大,甲醇由于极性相近而对活性物质提取效果最好。

对甘草甲醇提取物的毒力测试表明,甘草的甲醇粗提物对荔枝霜疫霉、辣椒疫霉、芒果炭疽病菌、香蕉枯萎病菌、草莓叶霉病菌 5 种植物病原菌均有抑制效果,EC₅₀ 依次为 0.62、0.89、9.70、6.42 和 4.53 mg/mL,显示出可能对疫霉属或霜疫霉属病原真菌有较好的抑制作用,这与闵凡祥等^[21]的报道略有差异,原因在于所用提取溶剂及提取方法不同,所得提取物的成分有差异造成的。

本文在对 17 种植物的抑菌活性进行筛选后,研究了乌拉尔甘草不同溶剂提取物对荔枝霜疫霉病菌菌丝生长的抑制活性,结果显示,乌拉尔甘草甲醇提取物具有最佳的抑菌活性,进一步生测显示,乌拉尔甘草的甲醇提取物对荔枝霜疫霉病菌孢子囊萌发管以及辣椒疫霉菌丝生长也有很好的抑制活性,但是其抑菌活性物质及对其他病原菌的活性还有待于深入研究。

参考文献:

- [1] 刘晋,刘爱媛,陈维信. 霜疫病菌侵染对荔枝果实生理变化的影响[J]. 西南园艺, 2006,34(1):1-4.
- [2] 何志刚,蔡子坚,陆东和,等. 采前药剂处理对荔枝果实病害控制及保鲜的效应[J]. 中国南方果树,2002,31(5):25.
- [3] 邹华娇. 防治荔枝霜霉病试验效果初探[J]. 农药, 2003,42(1):28-29.
- [4] 陈定花,胡伟群,朱卫刚,等. 新型广谱杀菌剂 10% 醚菌酯 SC(ZJ0712)应用技术[J]. 农药, 2006,45(3):162-164.
- [5] 战宇. 食品防腐剂对荔枝霜疫霉菌抑制效果的研究[J]. 广州大学学报:自然科学版,2005,4(5):411-414.
- [6] JAYASINGHE L, BALASOORIYA B A I S, PADMINI W C, et al. Geranyl chalcone derivatives with antifungal and radical scavenging properties from the leaves of *Artocarpus nobilis*[J]. *Phytochemistry*, 2004,65(9):1287-1290.
- [7] AHUA K M, IOSET J R, RANSIJN A, et al. Antileishmanial and antifungal acridone derivatives from the roots of *Thamnosma rhodesica*[J]. *Phytochemistry*, 2004,65(7):963-968.
- [8] KARINA J M S, GUILLERMO E D P, LUIS R L, et al. Chromenes of polyketide oridin from *Peperomia villipetiola*[J]. *Phytochemistry*, 2005,66(5):573-579.
- [9] 曾勇,罗建军,丘麒,等. 23 种植物提取物对荔枝霜疫霉病菌的抑菌活性[J]. 华中农业大学学报,2007,26(6):780-784.
- [10] 方中达. 植病研究方法[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,1998:152-153.
- [11] FATIMA A, GUPTA V K, LUQMAN S, et al. Antifungal activity of *Glycyrrhiza glabra* extracts and its active constituent glabridin[J]. *Phytotherapy Research*, 2009,23(8):1190-1193.
- [12] CAO Yong-jun, WEI Xiao-yi, XU Han-hong, et al. Antifungal properties of methanol extract and its active compounds from *Brickellia rosmarinifolia* Vent[J]. *Fitoterapia*, 2010,81(8):1176-1179.
- [13] LIU Man-juan, KATERERE D R, GRAY A I, et al. Phytochemical and antifungal studies on *Terminalia mollis* and *Terminalia brachystemma*[J]. *Fitoterapia*, 2009,80(6):369-373.
- [14] ERASTO P, GRIERSON D S, AFOLAYAN A J. Bioactive sesquiterpene lactones from the leaves of *Vernonia amygdalina*[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2006,106(1):117-120.
- [15] CHENG Sen-sung, LIU Ju-yun, CHANG Ed-haun, et al. Antifungal activity of cinnamaldehyde and eugenol congeners against wood-rot fungi[J]. *Bioresource Technology*, 2008,99(11):5145-5149.
- [16] 卢芳国,朱应武,田道法. 12 个中药复方体外抗菌作用的研究[J]. 湖南中医学院学报,2004,24(4):9-11.
- [17] 刘志祥,曾超珍. 甘草提取液对杨梅的保鲜效果[J]. 江苏农业科学,2009,37(5):247-248.
- [18] 吴周和,徐燕,吴传茂. 丁香、甘草与迷迭香的抑菌作用及其在酱油中的应用研究[J]. 中国酿造,2003,22(4):18-20.
- [19] 高鸿霞,邵世和,王国庆. 中药甘草研究进展[J]. 井冈山医学学报,2004,11(5):8-11.
- [20] 汪倩雯,汪琨,杨霄,等. 89 种中草药醇提物体外抗菌活性的研究[J]. 浙江工业大学学报,2009,37(3):289-294.
- [21] 闵凡祥,郭梅,胡林双,等. 四种植物提取物对马铃薯晚疫病菌的抑制作用[J]. 中国马铃薯,2007,21(6):337-340.