

爵床提取物的抑菌杀虫活性研究*

郭明程¹ 李保同^{1**} 汤丽梅¹ 平新亮² 李晓花³ 梁同军³

(1. 江西农业大学农学院 南昌 330045; 2. 浙江省农业科学院柑橘研究所 台州 318020;

3. 江西庐山植物园 庐山 332900)

摘 要 爵床(*Justicia procumbens* var. *procumbens* L.)是一种传统中药。为探明爵床提取物的抑菌杀虫活性,采用冷浸和超声波提取相结合的方法,分别获得了爵床甲醇、氯仿、丙酮、乙酸乙酯和正己烷等溶剂提取物;并应用抑菌圈法研究了 5 种提取物对柑橘炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)、芦笋茎枯病菌(*Phomopsis asparagi*)、稻瘟病菌(*Pyricularia grisea*)、棉花红腐病菌(*Fusarium graminearum*)和草莓灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)等 5 种植物病原真菌的抑制效果,测定了甲醇提取物对柑橘炭疽病、芦笋茎枯病、草莓灰霉病和柑橘溃疡病(*Xanthomonas campestris*)等 4 种植物病菌及白蚊伊蚊(*Aedes albopictus*)、家蝇(*Musca domestica*)和菜青虫(*Pieris rapae*)等 3 种害虫的毒力。结果表明,不同极性溶剂提取物 8 mg·mL⁻¹对 5 种植物病原真菌均有一定的抑制作用,其中甲醇提取物对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌、草莓灰霉病菌的抑制率均达 50%以上。爵床甲醇提取物具有较强的抑菌杀虫活性,对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌和草莓灰霉病菌菌丝生长的抑制中浓度(EC₅₀)分别为 5.94 mg·mL⁻¹、4.61 mg·mL⁻¹和 5.27 mg·mL⁻¹, EC₉₀ 分别为 63.69 mg·mL⁻¹、58.01 mg·mL⁻¹和 54.57 mg·mL⁻¹; 0.25~1.00 mg·mL⁻¹爵床甲醇提取物对柑橘溃疡病菌显示强抑菌作用, 0.125 mg·mL⁻¹显示中度抑菌作用,最小抑制浓度(MIC)为 0.062 5 mg·mL⁻¹;爵床甲醇提取物对白蚊伊蚊、家蝇和菜青虫的致死中浓度(LC₅₀)分别为 0.195 8 mg·mL⁻¹、0.351 4 mg·mL⁻¹和 0.287 7 mg·mL⁻¹, LC₉₅ 分别为 0.988 4 mg·mL⁻¹、3.053 2 mg·mL⁻¹和 2.584 4 mg·mL⁻¹。因此,爵床提取物作为生物农药,在农业生产中具有较好的应用前景。

关键词 爵床 提取物 冷浸提取 杀菌活性 杀虫活性 生物农药

中图分类号: S482 2+92 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2013)02-0212-05

Fungicide and insecticide activity of *Justicia procumbens* extracts

GUO Ming-Cheng¹, LI Bao-Tong¹, TANG Li-Mei¹, PING Xin-Liang², LI Xiao-Hua³, LIANG Tong-Jun³

(College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Institute of Citrus Research, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Taizhou 318020, China; 3. Jiangxi Lushan Arboretum, Lushan 332900, China)

Abstract *Justicia procumbens* is traditional Chinese medicine herb. To confirm fungicidal and insecticidal activity of *J. procumbens* extracts, methanol, chloroform, acetone, ethyl acetate and hexane extracts were obtained from *J. procumbens* by the combined method of cold-soaking and ultrasonic extraction. Extract inhibitory effects were studied using the inhibition zone method involving five species of plant pathogenic fungus—*Colletotrichum gloeosporioides*, *Phomopsis asparagi*, *Pyricularia grisea*, *Fusarium graminearum* and *Botrytis cinerea*. Methanol extract toxicity against four species of plant pathogenic fungus and bacteria (*C. gloeosporioides*, *P. asparagi*, *B. cinerea* and *Xanthomonas campestris*) and three species of insects (*Aedes albopictus*, *Musca domestica* and *Pieris rapae*) were also assayed. Results showed that 8 mg·mL⁻¹ extracts of *J. procumbens* with different polar solvents had some inhibitory effects on five species of plant pathogenic fungus. The inhibition rates of methanol extract against *C. gloeosporioides*, *P. asparagi* and *B. cinerea* were over 50%. Methanol extract from *J. procumbens* had better fungicidal and insecticidal activity. EC₅₀ of methanol extract against mycelium growth of *C. gloeosporioides*, *P. asparagi* and *B. cinerea* were 5.94 mg·mL⁻¹, 4.61 mg·mL⁻¹ and 5.27 mg·mL⁻¹, respectively. The corresponding EC₉₀ were 63.69 mg·mL⁻¹, 58.01 mg·mL⁻¹ and 54.57 mg·mL⁻¹, respectively. Methanol extract at 0.25~1.00 mg·mL⁻¹ showed strong inhibitory activity against *X. campestris*. The resultant

* 国家自然科学基金项目(30960081)和江西省教育厅项目(GJJ11395)资助

** 通讯作者: 李保同(1966—), 男, 博士, 教授, 主要从事农药学研究。E-mail: libt66@163.com

郭明程(1990—), 男, 硕士研究生, 研究方向为天然产物农药开发与利用。E-mail: guomc90@163.com

收稿日期: 2012-08-14 接受日期: 2012-10-18

extract at $0.125 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ showed moderate inhibitory activity. Methanol extract MIC was $0.0625 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$. Methanol extract LC_{50} against *A. albopictus*, *M. domestica* and *P. rapae* were $0.1958 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $0.3514 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $0.2877 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectively. The corresponding EC_{95} were $0.9884 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $3.0532 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $2.5844 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectively. This suggested that *J. procumbens* extracts had better application prospects as a biological pesticide in agricultural production.

Key words *Justicia procumbens* var. *procumbens* L., Extract, Cold-soaking extraction, Fungicidal activity, Insecticidal activity, Biology pesticide

(Received Aug. 14, 2012; accepted Oct. 18, 2012)

近年来, 化学农药对环境的污染以及对人类健康的威胁日益受到重视, 开发与环境友好的新型农药, 如植物源杀虫杀菌剂已成为农药开发的热点。植物是生物活性化合物的天然宝库, 各类植物中含有数以万计的次生代谢产物, 其中生物碱类、萜烯类、黄酮类、柠檬素和番荔枝内酯等化合物都具有较强的抑菌或杀虫活性^[1-2]。中药爵床为爵床科植物爵床(*Justicia procumbens*)的干燥全草, 别名小青草、六角英、赤眼老母草、节节寒等, 生于水沟边或草地阴湿处, 分布于我国南方各省及台湾等地, 资源十分丰富^[3-4]。在医学上具有清热解毒、利尿消肿的功效, 用于治疗感冒发热、咽痛、咳嗽、疟疾、肾盂肾炎等症, 外用治疗疮疖疔肿、跌打损伤^[5]。张爱莲等^[5-6]报道爵床乙醇提取物主要成分为黄酮、木脂素和三萜类化合物, 具有抗肿瘤、抗病毒及抗血小板凝集的生物活性^[7-9], 是一种传统中药。因此, 爵床提取物作为一种潜在的生物源杀菌杀虫剂, 具有重要的研究价值。Grainge 等^[10]研究发现爵床可用于防治南方根结线虫和爪哇根结线虫, 曾志红等^[11]报道爵床提取物对金黄色葡萄球菌、大肠埃希氏菌和沙门氏菌有良好的抑制效果。但有关爵床提取物对植物病原菌和害虫的活性尚少见报道。为明确爵床的杀菌杀虫生物活性, 在室内进行了爵床提取物对几种植物病原菌和害虫的抑菌杀虫试验, 以期爵床的进一步开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试植物

采自江西省庐山植物园, 经江西农业大学植物学教研室张志勇教授鉴定为爵床 *J. procumbens*。

1.2 供试靶标

柑橘炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)、芦笋茎枯病菌(*Phomopsis asparagi*)、稻瘟病菌(*Pyricularia grisea*)、棉花红腐病菌(*Fusarium graminearum*)、草莓灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)和柑橘溃疡病菌(*Xanthomonas campestris*)均由江西农业大学植物病理实验室提供。白蚊伊蚊(*Aedes albopictus*)4龄幼虫和家蝇(*Musca domestica*)成虫, 由华南农业大学昆虫毒理研究室提供; 菜青虫(*Pieris rapae*)3龄幼

虫, 为室内饲养敏感品系。

1.3 试验方法

1.3.1 提取物的制备

将采集的爵床样品用清水洗净后晾干, 粉碎至40目。称取250g爵床原料, 平分为5份, 分别用400mL甲醇、丙酮、氯仿、乙酸乙酯和正己烷超声波提取30min, 过滤, 残渣用200mL同种溶剂按上述方法再提取2次, 合并滤液, 分别在气压0.02MPa、0.005MPa、0.015MPa、0.005MPa、0.005MPa, 水温45℃、33℃、30℃、35℃、33℃条件下用旋转蒸发仪浓缩至干, 获得平行膏状提取物2.0g、1.40g、0.70g、0.53g、0.50g, 其提取率分别为4.00%、2.80%、1.39%、1.06%和1.00%。

1.3.2 抑菌试验

(1)不同溶剂提取物的抑菌率测定。采用菌丝生长速率法^[12]进行, 具体操作如下。爵床各平行膏状提取物分别加入少许甲醇溶解后, 再用0.1%吐温-80水溶液稀释成含提取物 $80 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的药液, 用细菌过滤器过滤后备用。在无菌锥形瓶内加入预先融化的灭菌PDA培养基27mL, 吸取3mL药液加入锥形瓶内, 充分摇匀, 等量倒入3个培养皿中, 制成含提取物 $8 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的培养基平板。试验设含少许甲醇的0.1%吐温-80水溶液处理作空白对照, 每处理重复3次。在无菌条件下, 用直径6mm的灭菌打孔器将培养好的病原菌(柑橘炭疽病、芦笋茎枯病、稻瘟病、棉花红腐病和草莓灰霉病菌)自菌落边缘切取菌饼, 用接种器将菌饼接入含药平板中央, 菌丝面朝下, 盖上皿盖, 置于 $(25\pm 2)^\circ\text{C}$ 培养箱内培养5d, 用卡尺测量菌落直径(mm)。每个菌落用交叉法垂直测量直径各1次, 取其平均值。抑菌率按下式计算: 抑菌率 $=[(\text{对照菌落直径}-\text{菌饼直径})-(\text{处理菌落直径}-\text{菌饼直径})]/(\text{对照菌落直径}-\text{菌饼直径})\times 100\%$ 。

(2)甲醇提取物的抑制作用。采用(1)中的方法, 将爵床甲醇提取物制成含提取物 $16 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、 $8 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、 $4 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、 $2 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 和 $1 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的PDA培养基平板, 测定其对柑橘炭疽病、芦笋茎枯病和草莓灰霉病菌的抑制率, 其计算方法同(1)。甲醇膏状提取物用少许甲醇溶解, 再用无菌水稀释成1

mg·mL⁻¹、0.5 mg·mL⁻¹、0.25 mg·mL⁻¹、0.125 mg·mL⁻¹、0.062 5 mg·mL⁻¹、0.031 25 mg·mL⁻¹ 系列浓度的药液, 参照孙惠敏等^[13]的方法测定其对柑橘溃疡病病菌的抑制活性。将灭菌牛津杯放置平板中央, 取 100 μ L 药液滴加在牛津杯内, 以无菌水处理作对照, 培养皿移入(25±2) °C 恒温下培养 2 d, 测量并记录各处理抑菌圈直径。抑菌活性判断标准: 直径>19 mm 为强抑菌, 13.1~19.0 mm 为中度抑菌, ≤13.0 mm 为弱抑菌^[14]。

1.3.3 杀虫试验

将甲醇膏状提取物用少许甲醇溶解, 再用水或丙酮、0.1%吐温-80 水溶液稀释成含提取物 1 mg·mL⁻¹、0.5 mg·mL⁻¹、0.25 mg·mL⁻¹、0.125 mg·mL⁻¹、0.062 5 mg·mL⁻¹ 的药液。参照平新亮等^[15]的方法测定提取物对白蚊伊蚊的杀虫活性。参照吴昊等^[16]的方法测定提取物对家蝇的杀虫活性。采用浸渍法^[12]测定提取物对菜青虫的毒力, 即用纱网取菜青虫 3 龄幼虫 30 头, 置于提取物 0.1%吐温-80 水溶液内浸渍 5 s 后取出, 用吸水纸吸取试虫体表多余药液, 置于直径 12 cm 的培养皿内, 用新鲜甘蓝叶片饲养, 以 0.1%吐温-80 水溶液处理为对照。以上处理均重复 3 次, 在(25±2) °C 条件下饲养, 于药后 2 d 观察试虫的死亡情况, 计算死亡率和校正死亡率。

1.3.4 统计方法

试验结果采用 Microsoft Excel 软件进行数据整理, 经 DPS 统计软件邓肯氏新复级差法进行多元统计分析, 采用甲醇提取物浓度的对数——抑菌率(或试虫校正死亡率)几率值法计算求得抑制中浓度(EC₅₀)或致死中浓度(LC₅₀)、抑制 90%浓度(EC₉₀)或致死 95%浓度(LC₉₅)及毒力回归方程。

2 结果与分析

2.1 爵床提取物对植物病原菌的抑菌活性

2.1.1 爵床的不同溶剂提取物对植物病原真菌的抑制活性

不同溶剂提取物对植物病原真菌的抑制活性见表 1 所示。结果表明, 爵床不同溶剂的提取物(含量

为 8 mg·mL⁻¹)对 5 种植物病原真菌均有一定的抑制作用, 其中甲醇提取物对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌、草莓灰霉病菌的抑制效果较好, 抑制率均达到 50%以上, 乙酸乙酯提取物对芦笋茎枯病菌的抑制率达 50%以上, 其他溶剂提取物对 5 种植物病原真菌的抑制率均在 50%以下。

2.1.2 爵床的甲醇提取物对植物病原真菌的抑制作用

为进一步明确爵床甲醇提取物对植物病原真菌的抑制效果, 分别测定了不同浓度的甲醇提取物对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌和草莓灰霉病菌的抑制活性。结果表明, 在供试浓度范围内, 爵床甲醇提取物对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌和草莓灰霉病菌菌丝生长存在显著抑制作用, 提取物的抑制效果与浓度呈正相关(表 2)。爵床甲醇提取物对柑橘炭疽病菌、芦笋茎枯病菌和草莓灰霉病菌菌丝生长的抑制中浓度(EC₅₀)分别为 5.94 mg·mL⁻¹、4.61 mg·mL⁻¹ 和 5.27 mg·mL⁻¹, EC₉₀ 分别为 63.69 mg·mL⁻¹、58.01 mg·mL⁻¹ 和 54.57 mg·mL⁻¹(表 3)。

2.1.3 爵床的甲醇提取物对柑橘溃疡病病菌的抑制作用

爵床甲醇提取物对柑橘溃疡病病菌的抑制活性与药液浓度呈正相关(见表 4), 0.25~1 mg·mL⁻¹ 爵床甲醇提取物对柑橘溃疡病病菌显示强抑菌作用, 0.125 mg·mL⁻¹ 显示中度抑菌作用, 0.062 5 mg·mL⁻¹ 为弱抑菌作用, 即本试验的最小抑制浓度(MIC)。

2.2 爵床的甲醇提取物对昆虫的生物抑制作用

爵床甲醇提取物对白蚊伊蚊、家蝇和菜青虫具有较好的生物抑制活性, 在供试浓度范围内的杀虫效果与浓度呈正相关, 对白蚊伊蚊、家蝇和菜青虫的致死中浓度(LC₅₀)分别为 0.195 8 mg·mL⁻¹、0.351 4 mg·mL⁻¹ 和 0.287 7 mg·mL⁻¹, LC₉₅ 分别为 0.988 4 mg·mL⁻¹、3.053 2 mg·mL⁻¹ 和 2.584 4 mg·mL⁻¹(表 5)。

3 讨论与结论

溶剂的选择与被提取物的化学性质有关。一般来说, 筛选得到的溶剂与被提取物化学性质相近,

表 1 爵床不同溶剂提取物对 5 种植物病原真菌的抑菌率

Table 1 Inhibition rates of extracts of different solvents from *J. procumbens* on 5 kinds of plant pathogenic fungus

病原菌 Pathogenic fungus	抑菌率 Inhibition rate (%)				
	甲醇提取物 Methanol extract	丙酮提取物 Acetone extract	氯仿提取物 Chloroform extract	乙酸乙酯提取物 Ethyl acetate extract	正己烷提取物 Hexane extract
柑橘炭疽病菌 <i>C. gloeosporioides</i>	51.67a	15.45c	39.34b	42.43b	17.17c
芦笋茎枯病菌 <i>P. asparagi</i>	60.67a	41.44b	43.45b	57.31a	30.76c
稻瘟病菌 <i>P. grisea</i>	33.01a	38.26a	49.09a	41.42a	37.23a
棉花红腐病菌 <i>F. graminearum</i>	19.67a	26.99a	23.46a	27.52a	19.09a
草莓灰霉病菌 <i>B. cinerea</i>	57.97a	14.74c	10.38c	47.26b	16.05c

同行不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著 Different small letters in the same line mean significant difference at 0.05 level.

表 2 爵床甲醇提取物对 3 种植物病原真菌的抑制效果
Table 2 Inhibitory effects of methanol extract from *J. procumbens* on 3 kinds of plant pathogenic fungus

药液浓度 Concentration of plant extract (mg·mL ⁻¹)	柑橘炭疽病菌 <i>C. gloeosporioides</i>		芦笋茎枯病菌 <i>P. asparagi</i>		草莓灰霉病菌 <i>B. cinerea</i>	
	抑菌圈直径 Inhibition zone diameter (mm)	抑菌率 Inhibition rate (%)	抑菌圈直径 Inhibition zone diameter (mm)	抑菌率 Inhibition rate (%)	抑菌圈直径 Inhibition zone diameter (mm)	抑菌率 Inhibition rate (%)
16	8.53	79.29a	8.22	81.07a	9.18	80.10a
8	19.73	52.10b	17.05	60.73b	19.40	57.96b
4	25.53	38.03c	23.53	45.80c	26.55	42.47c
2	31.43	23.71d	30.70	29.29d	34.45	25.35d
1	36.43	11.57e	36.12	16.81e	40.48	12.28e
CK	41.20	—	43.42	—	46.15	—

同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著 Different small letters in the same column mean significant difference at 0.05 level.

表 3 爵床甲醇提取物对 3 种植物病原真菌的毒力
Table 3 Toxicity of methanol extract from *J. procumbens* on 3 kinds of plant pathogenic fungus

病原菌 Pathogenic fungus	毒力回归式 Regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	抑制中浓度 (95%置信区域)	抑制 90%浓度 (95%置信区域)
			EC ₅₀ (95% FL, mg·mL ⁻¹)	EC ₉₀ (95% FL, mg·mL ⁻¹)
柑橘炭疽病菌 <i>C. gloeosporioides</i>	y=3.771 4+1.592 8x	0.990 5	5.91(4.40~7.93)	63.69(47.21~84.08)
芦笋茎枯病菌 <i>P. asparagi</i>	y=4.007 8+1.495 4x	0.996 6	4.61(3.48~6.09)	58.01(42.18~76.54)
草莓灰霉病菌 <i>B. cinerea</i>	y=3.830 9+1.620 1x	0.997 3	5.27(4.05~6.84)	54.57(39.65~73.10)

表 4 爵床甲醇提取物对柑橘溃疡病菌的抑制作用
Table 4 Inhibition effects of methanol extract of *J. procumbens* on *X. campestris* pv. *Citri*

提取物浓度 Concentration of plant extract (mg·mL ⁻¹)	1	0.5	0.25	0.125	0.062 5	0.031 25	0
抑菌圈直径 Inhibition zone diameter (mm)	35.6	28.4	21.6	17.2	11.6	8.0	8.0

表 5 爵床甲醇提取物对 3 种昆虫的杀虫活性
Table 5 Pesticidal activity of methanol extract from *J. procumbens* on 3 species of insects

昆虫 Insect	毒力回归式 Regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	致死中浓度 (95%置信区域)	致死 95%浓度 (95%置信区域)
			EC ₅₀ (95% FL, mg·mL ⁻¹)	EC ₉₅ (95% FL, mg·mL ⁻¹)
白蚊伊蚊 <i>A. albopictus</i>	y=-6.656 8+2.339 5x	0.987 5	0.195 8(0.171 6~0.223 4)	0.988 4(0.932 9~1.036 3)
家蝇 <i>M. domestica</i>	y=5.795 6+1.751 8x	0.996 2	0.351 4(0.296 2~0.416 9)	3.053 2(2.662 6~3.422 2)
菜青虫 <i>P. rapae</i>	y=5.933 4+1.725 1x	0.996 5	0.287 7(0.244 4~0.338 5)	2.584 4(2.137 8~2.648 0)

就可以获得较好的提取效果。在本试验中，爵床甲醇、丙酮、氯仿、乙酸乙酯和正己烷提取物的得率依次降低，以甲醇的得率最高，达到 4%。由于甲醇、丙酮、氯仿、乙酸乙酯和正己烷的极性依次递减，根据相似相溶原理，可初步推断爵床中极性化学成分较多、亲脂性成分相对较少。

爵床不同溶剂平行提取物的生测结果表明，爵床抑菌活性物质主要存在于极性的提取溶剂中，以甲醇的提取效果最好。但由本文结果可以看出，在非极性较大的溶剂提取物中，仍然可以发现有较强的生物活性。由此表明爵床抑菌活性物质存在于不同极性的提取溶剂中，且爵床体内对病菌具有生物活性的化合物可能不是一种。因此，如果要进一步研究爵床的生物活性，应该对不同极性的提取物进行分别研究，以获得爵床植物抑菌作用的整体效果。

爵床是广泛分布于我国的资源植物，很少受病虫害危害，本试验对其抑菌杀虫活性进行了初步筛选，同时确定了爵床的甲醇提取物具有较强的抑菌杀虫活性。爵床乙醇提取物中主要含有黄酮、木脂素和三萜类化合物，已经鉴定出的化合物有 13 种^[5-6]。本试验中，极性较大的提取物主要是黄酮类化合物，而极性较小的提取物中主要成分是挥发油类三萜物质。这两类物质都具有一定的抑菌杀虫活性，其单体的抑菌杀虫活性和作用机理均有待进一步研究。

参考文献

[1] 徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 1-9
Xu H H. Insecticidal plants and botanical insecticides[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 1-9
[2] 王树桐, 曹克强, 胡同乐, 等. 知母提取物对马铃薯晚疫病

- 菌的抑制作用及防病效果[J]. 植物病理学报, 2006, 36(3): 267–272
- Wang S T, Cao K Q, Hu T L, et al. Inhibition of *Anemarrhena asphodeloides* Bunge extract (AAE) against *Phytophthora infestans* and control efficacy on potato late blight[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2006, 36(3): 267–272
- [3] 江苏新医学院. 中药大辞典(下册)[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977: 2682
- Jiangsu New Medical College. Great dictionary of Chinese medicine (Volume two)[M]. Shanghai: Shanghai People's Press, 1977: 2682
- [4] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编(上册)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 927
- The group of Chinese herbal medicine compilation. The compilation of Chinese herbal medicine (the first volume)[M]. Beijing: People's Medical Press, 1983: 927
- [5] 张爱莲, 戚华溢, 叶其, 等. 爵床的化学成分研究[J]. 应用与环境生物学报, 2006, 12(2): 170–175
- Zhang A L, Qi H Y, Ye Q, et al. Chemical study on *Rostellularia procumbens*[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2006, 12(2): 170–175
- [6] 高素强, 刘文坤, 王丽楠, 等. HPLC 同时测定爵床药材中 6'-羟基-爵床定 B 和 6'-羟基-爵床定 A 的含量[J]. 药物分析杂志, 2010, 30(8): 1420–1423
- Gao S Q, Liu W K, Wang L N, et al. HPLC simultaneous determination of 6'-hydroxy-justicidin B and 6'-hydroxy-justicidin A in *Herba Justiciae*[J]. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 2010, 30(8): 1420–1423
- [7] Fukamiya N, Lee K H. Antitumor agents 81. Justicidin-A and diphyllin, two cytotoxic principles from *Justicia procumbens*[J]. Journal of Natural Products, 1986, 49(2): 348–350
- [8] Chen C C, Hsin W C, KO F N, et al. Antiplatelet aryl-naphthalide lignans from *Justicia procumbens*[J]. Journal of Natural Products, 1996, 59(12): 1149–1150
- [9] Asano J, Chiba K, Tada M, et al. Antiviral activity of lignans and their Glycosides from *Justicia procumbens*[J]. Phytochemistry, 1996, 43(3): 713–717
- [10] Grainge M, Ahmed S. Handbook of plants with pest-control properties[M]. USA: John Wiley and Sons, Inc., 1988
- [11] 曾志红, 何建仁. 三种常见植物体外抑菌活性的初步研究[J]. 莆田学院学报, 2009, 16(5): 36–38
- Zeng Z H, He J R. Primary study on antibacterial effect of three common plants[J]. Journal of Putian University, 2009, 16(5): 36–38
- [12] 陈年春. 农药生物测定技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1991: 161–162
- Chen N C. Pesticide bioassay techniques[M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1991: 161–162
- [13] 孙惠敏, 李保同, 郭明程, 等. 几种杀菌剂对柑桔溃疡病的生物活性[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(1): 38–42
- Sun H M, Li B T, Guo M C, et al. Bioactivity of several bactericides against *Xanthomonas camestrstris* pv. *Citri*[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2011, 33(1): 38–42
- [14] 邓来送. 中药制用经验录[M]. 北京: 中国中医药出版社, 1992: 153–155
- Deng L S. Experience record of traditional Chinese medicine preparation[M]. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press, 1992: 153–155
- [15] 平新亮, 李保同, 曾鑫年, 等. 56 种植物甲醇提取物对白蚊伊蚊的生物活性[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(1): 30–33
- Ping X L, Li B T, Zeng X N, et al. Bioactivity of the methanol extracts from 56 Species of plants against *Aedes albopictus*[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2007, 29(1): 30–33
- [16] 吴昊, 张文吉, 陈磊. 苦皮藤素对小菜蛾和家蝇的生物活性研究[J]. 西北农业学报, 2000, 9(1): 46–48
- Wu H, Zhang W J, Chen L. Studies on the bioactivity of celangulins against the larvae of *Plutella xylostella* and *Muxca domestica*[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2000, 9(1): 46–48