研 究 简 报
Research Notes

龙须藤茎皮甲醇提取物生物活性初探

姚宗理#， 柯 健#， 杨 丹， 赵炽娜， 吴清来*， 李俊凯*

（长江大学农学院，长江大学农药研究所，荆州 434025）

摘要 龙须藤 *Bauhinia championii* 在医用方面已证实具有良好的抗菌、消炎作用，但其在农用方面的活性研究还鲜有报道。本研究分别采用菌丝生长速率法和种子生物测定法，首次测定龙须藤茎皮甲醇提取物及分离组分对6种农业有害真菌和单、双子叶两种植物的生物活性。结果表明，龙须藤甲醇浸提物对水稻稻瘟病菌 *Magnaporthe oryzae* 有一定的抑制效果，对油菜 *Brassica napus* 和稗草 *Echinochloa crusgalli* 的根芽均没有抑制作用。但其甲醇浸提物中分离的大部分组分对供试病原菌和植物的根芽都表现出一定抑制作用。杀菌活性方面：10号组分对西瓜枯萎病菌 *Fusarium oxysporum* 和番茄早疫病菌 *Alternaria solani* 的抑制效果最好，抑制率分别达到80.0%和78.0%，除草活性方面：1～3号组分对油菜根的抑制率较高，达到50%以上，2号组分对稗草根的抑制效果最好，达到68%。可见，龙须藤茎皮提取物中含有具有良好杀菌活性和除草活性的物质。

关键词 龙须藤； 提取物； 生物活性； 植物源农药

中图分类号： S 482 **文献标识码**： A **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2018236

Biological activity of the methanol extract from *Bauhinia championii*

YAO Zongli， KE Jian， YANG Dan， ZHAO Chi'na， WU Qinglai， LI Junkai

（*College of Agriculture*, *Yangtze University*, *Institute of Pesticide Research*, *Yangtze University*, *Jingzhou* 434025, *China*）

Abstract *Bauhinia championii* has excellent anti-bacterial, anti-inflammatory and other medical effects, but few studies have been reported on its agricultural biological activities. In this study, mycelia growth rate and seed bioassay methods were used to determine the bioactivities of the methanol extracts and separated components from *B. championii* against six species of agricultural pathogenic fungi and two weeds. The results showed that the methanol extracts had moderate inhibitory activity against *Magnaporthe oryzae*, and had no inhibitory effects on the root and buds of *Brassica napus* and *Echinochloa crusgalli*. However, some of the components isolated from the methanol extracts showed moderate inhibition against the tested pathogens, and the roots and buds of tested plants. In particular, component 10 showed the best inhibitory effect against *Fusarium oxysporum* and *Alternaria solani*, with an inhibition rate of 80.0% and 78.0%, respectively. The components 1－3 showed more than 50% inhibition rate against the root of *B. napus*. The component 2 had the best inhibitory activity against *E. crusgalli*, reaching 68%. The results provided a new idea for the development of new botanical pesticides.

Key words *Bauhinia championii*； extracts； biological activity； botanical pesticide

龙须藤 *Bauhinia championii* 是豆科苏木亚科羊蹄甲属有花植物。分布于越南、印度尼西亚、印度以及中国的广东、湖南、湖北、江西、福建、浙江、贵州、广西、台湾等地，生长于海拔200～1 000 m的地区，一般生于丘陵灌丛、山地疏林以及密林中，尚未人工引种栽培。福建福州永泰县青云山地区龙须藤资源丰富[1]。龙须藤性平、苦涩，无毒，主要含有黄酮类[2-5]、多糖[1,6]、挥发油[7]等，具有抗炎镇痛[8-10]、消除自由基[11-12]、抗菌[13]、抗肿瘤[14]等功效，在畲医中作为一种治疗痹症的特效药[15]，常用于治疗风湿疼痛。龙须藤农用生物活性方面的研究还鲜有报道。在减肥减药不减产的农业大背景下，植物源农

收稿日期： 2018-06-04 **修订日期**： 2018-08-30
基金项目： 国家自然科学基金(31672069)
* 通信作者 E-mail：wql106@163.com；junkaili@sina.com
# 为并列第一作者

药因其对人畜安全、环境相容性好、低残留等优点而备受人们的重视与青睐[16-17]。本研究对龙须藤茎皮进行甲醇冷浸提取，提取物采用硅胶柱层析进行初步分离，并检测了甲醇浸提物及分离组分的农用杀菌和除草活性，旨在为植物病害和草害的防治及新植物源农药的研究与开发提供新思路。

1 材料与方法

1.1 供试植物

2017 年 2 月于广西贺州市信都镇联盟村民黎山采集的新鲜龙须藤，由中国科学院武汉植物园江明喜研究员鉴定为豆科羊蹄甲属植物龙须藤 *Bauhinia championii*。

1.2 供试种子和菌种

油菜 *Brassica napus* 和稗草 *Echinochloa crus-galli* 种子由长江大学农药研究所提供；西瓜枯萎病菌 *Fusarium oxysporum*、番茄早疫病菌 *Alternaria solani*、水稻稻瘟病菌 *Magnaporthe oryzae*、水稻纹枯病菌 *Rhizoctonia solani*、白茬白绢病菌 *Sclerotium rolfsii*、小麦赤霉病菌 *Fusarium graminearum* 等病原菌菌种由长江大学农学院植物保护教研组提供。

1.3 主要仪器及供试药剂

FA2004 电子天平，上海舜宇恒平科学仪器有限公司；SW-CJ-2FD 型洁净工作台，苏州安泰空气技术有限公司；QT 型超声波清洗器，天津市瑞普电子仪器公司；DLF-18 型流水式中药粉碎机，温州顶历医疗器械有限公司；RE-5205 型旋转蒸发器，上海亚荣生化仪器厂；ZF-Ⅰ型三用紫外分析仪，上海顾村电光仪器厂；ES-315 型高压灭菌锅，Tomy Kogyo Co.，Ltd；SPX-250 型生化培养箱，上海跃进医疗器械有限公司；BIC-400 型人工气候箱，上海博迅实业有限公司医疗设备厂；200～300 目硅胶，青岛谱科分离材料有限公司。石油醚、乙酸乙酯、甲醇、丙酮和吐温 80 均购自天津天力化学试剂有限公司。

1.4 龙须藤茎皮甲醇提取物的制备

参照姚宗理等的提取方法[18]，对新鲜的龙须藤茎皮进行脱落处理，于室内晾至近干，40℃烘至恒重，用中药粉碎机粉碎，过 60 目标准筛。取 250.00 g 茎皮粉末，用 5 倍体积的 90%甲醇室温浸提 5 次，每次 48 h，合并提取液，用旋转蒸发仪 50℃浓缩，回收甲醇，获得粗提物浸膏 72.54 g。取其中 10 g 冷冻干燥备用，剩余浸膏用少量甲醇热熔，于 50℃水浴锅中与 60.00 g 硅胶（80～100 目）充分拌匀，蒸干溶剂，装入硅胶层析柱（40 mm×600 mm，200～300 目硅胶 500.00 g），先后加入脱脂棉和无水硫酸钠填充柱体，依次用乙酸乙酯-石油醚和乙酸乙酯-甲醇两种体系进行梯度洗脱，各梯度溶剂为 3 500 mL，每 200 mL 为 1 个流分，减压浓缩。各流分以石油醚、乙酸乙酯、甲醇不同极性配比液为展开剂，用 254 nm 紫外灯（TLC）或碘缸检识，在薄层层析硅胶板（GF254）展开比较，合并 R_f 值相近的流分，最终获得 11 个组分。

1.5 龙须藤甲醇提取物对真菌生长的抑制作用

在电子天平上准确称量 0.50 g 龙须藤茎皮甲醇浸提物于 15 mL 样品瓶中，用 1 mL 丙酮溶解，超声助溶，于超净工作台中用含 0.1%吐温 80 的无菌去离子水定容至 50 mL，配成 10 mg/mL 母液。用同种方法分别称取 0.25 g 各分离组分于样品瓶中，等量丙酮溶解，超声助溶，同等条件定容至 50 mL，配成 5 mg/mL 母液备用。

采用菌丝生长速率法[19]。分别制备含 1 mg/mL 甲醇浸提物及含 0.5 mg/mL 分离组分的 PDA 培养基，以等量溶剂为对照[18]，将供试菌接种至培养基平板中间，每处理 3 次重复，置于 28℃生化培养箱中培养。每天观察菌落生长情况，当对照组的菌落长至培养皿底部 3/4 面积时用十字交叉法测量菌落直径[20]，计算菌落生长抑制率。

$$\text{菌落生长抑制率}=\frac{\text{对照组菌落直径}-\text{处理组菌落直径}}{\text{对照组菌落直径}}\times 100\%。$$

1.6 龙须藤甲醇提取物对植物根和芽生长的抑制作用

采用种子生物测定法[21]。取两张中速滤纸铺于 90 mm 培养皿中，分别将 1 mg/mL 甲醇浸提物及 0.5 mg/mL 分离组分滴于培养皿中，每皿加 5 mL，以等量溶剂为对照，每处理 3 次重复。种子室内催芽，挑选发芽势相同的种子铺于滴有药液的培养皿内，每皿 15 粒。置于人工气候箱内培养，于温度 28℃，湿度 70%，光照度 1 100 lx，光周期 L//D=14 h//10 h 下培养 3～4 d，测量其根长和芽长，计算相对抑制率。

根（茎）生长抑制率=

$$\frac{\text{对照组根(茎)长度}-\text{处理组根(茎)长度}}{\text{对照组根(茎)长度}}\times 100\%。$$

1.7 数据统计

所有试验平行测定 3 次,数据均以“平均值±标准差”表示,用 Microsoft office 2010 和 DPS v 13.5 进行数据统计和分析;不同处理采用方差分析和 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 甲醇浸提物的制备与分离

采用上述提取方法,得到龙须藤茎皮浸膏 72.54 g,提取率为 29.01%。取其中 62.54 g(10 g 冷冻干燥备用)经柱层析分离、TLC 检测,整合相同流分,减压脱除溶剂,得到 11 个组分,总质量 26.10 g(表 1),回收率 41.73%。

表 1　龙须藤茎皮甲醇浸提物分离组分的质量和比例

Table 1　Quality and proportion of component of the methanol crude extracts from stem bark of *Bauhinia championii*

洗脱液种类 Type of eluent	洗脱液比例 Proportion of eluent	组分编号 Component no.	重量/g Weight	重量占比/% Weight proportion
乙酸乙酯:石油醚 Ethyl acetate:petroleum ether	1:10～1:8	1	0.84	3.21
	1:7～1:6	2	0.59	2.26
	1:5～1:4	3	0.5	1.92
	1:3～1:2	4	2.17	8.31
	1:1～1:0	5	2.91	11.15
甲醇:乙酸乙酯 Methanol:ethyl acetate	1:10～1:8	6	2.98	11.41
	1:7～1:6	7	0.58	2.22
	1:5～1:4	8	2.94	11.26
	1:3～1:2	9	9.24	35.40
	1:2～1:1	10	0.64	2.45
	1:1～1:0	11	2.71	10.41

2.2 龙须藤甲醇浸提物对真菌生长的抑制作用

抑菌活性试验结果(表 2)显示,龙须藤茎皮甲醇浸提物及部分分离组分对供试病原菌有不同程度的抑制效果,其中 3 号组分对水稻纹枯病菌,10 号组分对西瓜枯萎病菌、番茄早疫病菌和水稻稻瘟病菌的抑制效果均超过 50%,10 号组分对西瓜枯萎病菌的抑制效果最好,抑制率为 80.00%。

表 2　龙须藤茎皮甲醇粗提物及分离组分的抑菌活性[1)]

Table 2　Anti-fungal activity of the methanol crude extracts and its components from steam bark of *Bauhinia championii*

组分编号 Component no.	抑制率/% Inhibition rate					
	水稻纹枯病菌 *Rhizoctonia solani*	白茏白绢病菌 *Sclerotium rolfsii*	小麦赤霉病菌 *Fusarium graminearum*	西瓜枯萎病菌 *Fusarium oxysporum*	番茄早疫病菌 *Alternaria solani*	水稻稻瘟病菌 *Magnaporthe oryzae*
粗提物 CE	0.00 e	0.00 c	0.00 c	0.00 d	(7.45±1.07)bcd	(30.42±0.05)c
对照组 CK	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	(17.64±0.76)c	0.00 c	(9.80±1.00)ab	0.00 d	(4.40±1.00)cd	(0.24±1.75)fg
2	(27.45±1.00)b	0.00 c	(11.80±1.41)ab	0.00 d	(4.40±1.86)cd	(48.50±0.76)b
3	(52.94±0.050)a	0.00 c	(7.80±1.32)b	(8.30±1.70)c	(6.60±0.76)bcd	(33.00±1.24)c
4	0.00 e	0.00 c	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 g
5	0.00 e	0.00 c	0.00 c	(6.20±0.76)c	0.00 d	(15.00±0.76)d
6	(9.80±1.00)d	0.00 c	0.00 c	0.00 d	(16.00±1.00)bc	(15.00±1.44)d
7	0.00 e	(15.50±1.32)a	0.00 c	0.00 d	0.00 d	(33.00±1.07)c
8	0.00 e	(17.70±0.04)a	(13.00±1.75)a	0.00 d	(20.00±1.00)b	(4.70±1.07)f
9	0.00 e	(6.60±1.59)b	0.00 c	(12.00±1.24)b	0.00 d	0.00 g
10	0.00 e	(17.70±1.52)a	0.00 c	(80.00±1.32)a	(78.00±0.76)a	(54.80±1.07)a
11	0.00 e	(17.70±1.44)a	0.00 c	0.00 d	0.00 d	(9.50±0.76)e

1) 同列数据后不同小写字母表示应用 Duncan 氏新复极差法检验在 0.05 水平差异显著。下同。
The different letters in the same column indicate significant difference at 5% level by Duncan's test. The same below.

2.3 龙须藤甲醇提取物对植物根芽生长的抑制作用

对油菜和稗草根芽生长的抑制试验结果(表 3)显示,龙须藤茎皮甲醇浸提物对供试种子芽和根的生长都没有抑制效果,可能由于粗提物的成分比较

复杂，该浓度下有效成分不表现抑制作用。但分离组分中除了 6 号组分对供试种子芽和根的生长都没有抑制效果外，其余组分都表现出了一定的抑制活性，其中 2 号组分对油菜和稗草根的生长抑制率都超过了 60%，分别为 60.12%±2.77%和 68.80%±2.33%；3 号组分对油菜根的生长抑制率也达到了 60%。由此可见，2 号和 3 号组分中存在活性较高的抑制油菜和稗草生长的物质。

表 3 龙须藤茎皮甲醇粗提物及分离组分的除草活性

Table 3 Herbicidal activity of the methanol crude extracts and its components from steam bark of *Bauhinia championii*

组分编号 Component no.	抑制率/% Inhibition rate			
	油菜 *B. napus*		稗草 *E. crusgalli*	
	根 Roots	芽 Buds	根 Roots	芽 Buds
粗提物 CE	0.00 c	0.00 b	0.00 e	0.00 e
对照组 CK	0.00	0.00	0.00	0.00
1	(50.42±2.49)a	(16.50±1.65)ab	(34.50±2.96)bc	(15.50±1.94)bc
2	(60.12±2.77)a	(18.40±1.98)a	(68.80±2.33)a	(29.81±1.59)a
3	(60.02±2.19)a	0.00 b	(49.81±2.44)b	(11.50±1.79)cd
4	0.00 c	0.00 b	(17.84±2.80)cd	(14.90±1.46)bc
5	(27.12±2.23)b	0.00 b	0.00 e	0.00 e
6	0.00 c	0.00 b	0.00 e	0.00 e
7	(4.40±3.27)bc	0.00 b	(15.23±2.60)cde	(14.60±1.62)bcd
8	0.00 c	0.00 b	(11.71±2.64)cde	(10.00±1.83)cd
9	0.00 c	0.00 b	(21.20±2.45)cd	0.00 e
10	0.00 c	0.00 b	(6.91±2.66)de	(20.41±1.34)b
11	(12.70±2.26)bc	0.00 b	(31.49±3.39)bc	0.00 e

3 结论与讨论

龙须藤是一种重要的中药材，在医学领域有着广泛的用途，但在农用生物活性方面的研究与开发方面却鲜有报道，本研究以 6 种农业有害真菌和两种常见田间单双子叶植物为供试生物，研究龙须藤茎皮甲醇提取物的农用生物活性。将龙须藤茎皮用甲醇冷浸提取，浸提物采用硅胶柱层析进行初步分离。首次测试了甲醇浸提物和分离组分的离体杀菌和除草活性。结果表明龙须藤甲醇浸提物对稻瘟病菌表现出一定的抑制效果，对油菜和稗草的根和芽均没有抑制作用，但是大部分分离组分对供试病原菌和植物的根、芽都表现出一定抑制作用。杀菌活性方面：10 号组分对西瓜枯萎病菌和番茄早疫病菌的抑制效果最好，抑制率分别达到了 80.0%和 78.0%，可进一步分离纯化出高活性的化合物单体，有望开发出新的植物源农药，用于作物上西瓜枯萎病菌和番茄早疫病菌的防治；除草活性方面：1～3 号组分对油菜根的抑制率较高，均超过了 50%，2 号组分对稗草根的抑制效果最好，抑制率达到了 68.80%。由此可初步确认龙须藤茎皮中存在具有较强除草活性的物质，具备开发为新型植物源除草剂的潜力。与合成农药相比，植物源农药不仅对环境友好，而且往往具有复杂的作用机制和新颖的靶标，是当前农药开发与研究的热点。本研究阐明了龙须藤茎皮甲醇浸取物的部分分离组分具有良好的农用杀菌和除草活性，可为利用龙须藤开发新型植物源农药提供新思路。

参考文献

[1] 蔡亮亮. 龙须藤多糖提取纯化及其对软骨细胞活性的影响[D]. 福州：福建中医药大学，2013.

[2] CHEN C C, CHEN Y P, HSU H Y, et al. New flavones from *Bauhinia championii* Benth [J]. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1984, 32(1): 166-169.

[3] 张玉琴. 龙须藤抗类风湿关节炎的药效物质基础及作用机制研究[D]. 福州：福建中医药大学，2013.

[4] 徐伟，郑海音，洪振丰，等. RP-HPLC 测定龙须藤中 4 种黄酮类成分的含量[J]. 中国现代应用药学杂志，2009，26(9)：763-766.

[5] 白海云，詹庆丰，劳爱娜，等. 九龙藤化学成分研究(Ⅰ)[J]. 中国中药杂志，2005，30(1)：42-43.

[6] 汪艳娟，朱倩倩，叶蕨芝，等. 微波提取龙须藤多糖的最佳条件研究[J]. 分析测试技术与仪器，2011，17(2)：92-96.

[7] 叶蕨芝，郑春松，林薇，等. 气相色谱质谱联用技术分析梅花入骨丹挥发油的化学成分[J]. 福建中医学院学报，2009，19(5)：20-22.

[8] 易荆丽，张嘉家，周毅生，等. 龙须藤提取物的镇痛抗炎作用[J]. 广东药学院学报，2012，28(6)：647-651.

(下转 164 页)

Plant Disease Notes, 2011, 6(1): 61 - 67.
[5] 方炎祖,朱晓湘,王宇道,等. 湖南猕猴桃病害调查研究初报[J]. 四川果树科技,1990(1):28 - 29.
[6] 林文力,罗赛男,肖伏莲. 湘西自治州猕猴桃溃疡病发生情况及防治措施探讨[J]. 湖南农业科学,2015(5):42 - 44.
[7] 胡黎华,杨灿芳,熊伟,等. 重庆猕猴桃溃疡病发生情况及影响因素调查[J]. 中国南方果树,2018,47(3):151 - 152.
[8] 马利,尹勇,封传红,等. 四川省猕猴桃溃疡病发生现状及绿色防控技术体系的建立[J]. 中国植保导刊 2017,37(11):80 - 83.
[9] 李淼,檀根甲,李瑶,等. 不同猕猴桃品种对细菌性溃疡病的抗病性及其聚类分析[J]. 植物保护,2004,30(5):51 - 54.
[10] 申哲,黄丽丽,康振生. 陕西关中地区猕猴桃溃疡病调查初报[J]. 西北农业学报,2009,18(1):191 - 193.
[11] 张慧琴,李和孟,冯健君,等. 浙江省猕猴桃溃疡病发病现状调查及影响因子分析[J]. 浙江农业学报,2013,25(4):832 - 835.
[12] VAN LOON L C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins[J]. European Journal of Plant Pathology, 1997, 103: 753 - 765.
[13] 李庚飞. 猕猴桃体内酚含量保护酶活性与抗溃疡病关系的初步研究[J]. 福建林业科技,2009,36(4):131 - 134.
[14] 李淼. 猕猴桃品种对细菌性溃疡病的抗性机制[D]. 合肥:安徽农业大学,2003.
[15] 石志军,张慧琴,肖金平,等. 不同猕猴桃品种对溃疡病抗性的评价[J]. 浙江农业学报,2014,26(3):752 - 759.
[16] 易盼盼. 不同猕猴桃品种溃疡病抗性鉴定及抗性相关酶研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2014.
[17] 王仁才,熊兴耀,庞立. 湖南猕猴桃产业发展的问题及建议[J]. 湖南农业科学,2015(15):124 - 127.
[18] 黄其玲,高小宁,赵志博,等. GFPuv 标记猕猴桃溃疡病菌的生物学特性及其在土壤、根系中的定殖[J]. 中国农业科学,2013,46(2):282 - 291.
[19] ZHAO Zhibo, GAO Xiaoning, HUANG Qiling, et al. Identification and characterization of the causal agent of bacterial canker of kiwifruit in the Shaanxi Province of China [J]. Plant Pathology, 2013, 95: 155 - 162.
[20] GIVEN N K, VENIS N A, GRIERSON D. Phenylalanine ammonia-lyase activity and anthocyanin synthesis in ripening strawberry fruit [J]. Journal of Plant Physiology, 1988, 133: 25 - 30.
[21] 孙红梅,李天来,李云飞. 低温解除休眠过程中兰州百合鳞茎酚类物质含量及相关酶活性变化[J]. 中国农业科学,2004,37(11):1777 - 1782.
[22] 董汉松. 植物诱导抗病性原理和研究[M]. 北京:科学出版社,1995.
[23] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
[24] 郝再斌,苍晶,徐仲. 植物生理实验技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2002.
[25] SETSUO SERIZAWA,赵宝权. 日本猕猴桃溃疡病的症状、病原和防治药剂[J]. 国外农学. 植物保护,1992(1):11 - 13.
[26] 阳廷密,王明召,张素英,等. 猕猴桃溃疡病防治药剂药效评价[J]. 南方农业学报,2017,48(7):1231 - 1236.
[27] 秦虎强,赵志博,高小宁,等. 四种杀菌剂防治猕猴桃溃疡病的效果及田间应用技术[J]. 植物保护学报,2016,43(2):321 - 328.
[28] 张慧琴,毛雪琴,肖金平,等. 猕猴桃溃疡病病原菌分子鉴定与抗性材料初选[J]. 核农学报,2014,28(7):1181 - 1187.
[29] 刘娟. 猕猴桃溃疡病抗性材料评价及其亲缘关系的 ISSR 聚类分析[D]. 成都:四川农业大学,2015.
[30] 陈一星. 对湘西地区猕猴桃资源的调查[J]. 生物学杂志,2004,21(1):38 - 39.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 148 页)

[9] 林丽微,周毅生,周臻,等. 龙须藤总黄酮对膝关节炎模型大鼠的抗炎作用[J]. 广东药学院学报,2014,30(5):608 - 611.
[10] XU Wei, CHU Kedan, LI Huang, et al. *Bauhinia championii* extraction treatment of collagen-induced arthritis via downregulation of the expression of TLR4, MyD88 and NF-kB [J]. American Journal of Chinese Medicine, 2013, 41(2): 379 - 390.
[11] 高杰,林炜鑫,钟屿云,等. 九龙藤乙酸乙酯提取物清除自由基、镇痛抗炎作用研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(36):22305 - 22306.
[12] 林炜鑫. 九龙藤总黄酮的提取纯化及抗心肌氧化损伤作用[D]. 桂林:桂林医学院,2013.
[13] 洪振丰,郑海音,徐伟,等. 康美肤烧伤膏抗炎、镇痛作用的实验研究[J]. 中国中医药科技,2007,14(6):410 - 411.
[14] 叶蕨芝,陈加守,李西海,等. 梅花入骨丹多糖对 SW1353 软骨肉瘤细胞活性的影响[J]. 福建中医药大学学报,2012,21(6):32 - 34.
[15] 江苏医学院. 中药大辞典[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986:13.
[16] 许桂芳,孟丽,刘荷芬,等. 河南新乡太行山区野生植物资源及评价[J]. 河南科学,1999,17(6):121 - 123.
[17] 刘雪琴,周鸿燕. 绿色农药研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版),2013,10(35):4 - 7.
[18] 姚宗理,吴清来,柯健,等. 龙须藤叶粗提物的分离纯化及生物活性初探[J]. 广西植物,2018,38(7):886 - 893.
[19] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1994:76 - 81.
[20] 许应生,吴培云,刘劲松,等. 紫藤瘤不同溶剂提取部位抗农作物病原真菌活性研究[J]. 广西植物,2013,33(1):133 - 135.
[21] 徐江艳. 稻田西来稗(*Echinochloa crusgalli* var. *zelayensis*)对二氯哇琳酸的抗药性及其机理研究[D]. 南京:南京农业大学,2013.

(责任编辑:杨明丽)