

复方半边莲生物活性研究

石磊^{1,2}, 王俊霞¹, 李园园¹, 康文艺^{1*}

(1. 河南大学中药研究所, 河南 开封 475004; 2. 解放军第 155 中心医院, 河南 开封 475003)

[摘要] 目的: 研究复方半边莲对 α -葡萄糖苷酶抑制、抗氧化及抗菌活性。方法: 采用大孔吸附树脂柱色谱法, 以不同体积分数甲醇水溶液洗脱, 利用 96 微孔板法检测 α -葡萄糖苷酶抑制活性; 采用 DPPH、ABTS 和 FRAP 方法评价抗氧化活性; 采用 K-B 法和倍比稀释法, 测定其抗菌活性。结果: 活性成分主要集中在 100%, 60% 和 40% 甲醇洗脱部位。100% 甲醇洗脱部位 F ($IC_{50} = 411.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 G ($IC_{50} = 543.70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 抑制 α -葡萄糖苷酶的活性高于阳性对照 Acarbose ($IC_{50} = 1081.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$); 100% 甲醇洗脱部位 F 清除 ABTS 自由基的能力 ($IC_{50} = 11.23 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 G ($IC_{50} = 10.81 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 略低于阳性对照 BHT ($IC_{50} = 7.47 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$); 100% 甲醇洗脱部位 G 和 60% 甲醇洗脱部位 E 对金黄色葡萄球菌 (SA) 的抑制能力最强, MIC 均为 $62.5 \mu\text{g} \cdot \text{disc}^{-1}$ 。结论: 首次对复方半边莲进行生物活性研究, 发现其有较好的 α -葡萄糖苷酶抑制、抗氧化和抗菌活性。

[关键词] 复方半边莲; α -葡萄糖苷酶; 抗氧化; 抗菌; 生物活性

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-9903(2010)16-0057-05

Studies on Biological Activity of Compound Recipe of *Lobelia Chinensis*

SHI Lei^{1,2}, WANG Jun-xia¹, LI Yuan-yuan¹, KANG Wen-yi^{1*}

(1. Institute of Chinese Materia Medica, Henan University, Kaifeng 475004, China;

2. The 155th Central Hospital of PLA, Kaifeng 475003, China)

[Abstract] Objective: To investigate the α -glucosidase inhibitory, antioxidant and antibacterial activity of compound recipe of *Lobeliae chinese* (CRLC). **Method:** Fractions were eluted by methanol-water in macroporous resin. All the fractions were assayed for the inhibitory activity of α -glucosidase, antioxidant activity and antibacterial activity by the method of 96-microplates, DPPH, ABTS and FRAP, K-B and dilution method respectively. **Result:** Active fractions were mainly concentrated in the 100%, 60% and 40% methanol-water eluent. 100% methanol eluent F ($IC_{50} = 411.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) and G ($IC_{50} = 543.70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) were higher than that of Acarbose ($IC_{50} = 1081.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) which was used as positive control on inhibitory activity of α -glucosidase. 100% methanol eluent F ($IC_{50} = 11.23 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) and G ($IC_{50} = 10.81 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) had good ABTS free radical scavenging activity, which was slightly lower than that of BHT ($IC_{50} = 7.47 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) as positive control. 100% methanol eluent G and 60% methanol eluent E had the highest antibacterial of SA, both of MIC were $62.5 \mu\text{g} \cdot \text{disc}^{-1}$. **Conclusion:** Bioactivity on CRLC was assayed for the first time, and it had good α -glucosidase inhibitory activity, antioxidant activity and antibacterial activity.

[Key words] CRLC; α -glucosidase inhibitory activity; antioxidant activity; antibacterial activity

[收稿日期] 20100626(003)

[第一作者] 石磊, 主任药师, 主要从事天然药物活性与安全性评价, Tel: 13503780421, E-mail: 155sl@163.com

[通讯作者] * 康文艺, 教授, 研究方向为中药活性成分及新药研究, Tel: 0378-3880680, E-mail: kangwenyi@hotmail.com

复方半边莲由半边莲、半枝莲、白花蛇舌草组成^[1], 临床应用广泛, 广谱抗菌、抗病毒, 对金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌、肺炎双球菌以及多种肠道杆菌有明显抑作用, 对流感病毒 A、腺病毒、呼吸道合胞病毒也有抑制作用, 对耐药菌高度敏感, 并能抑制网状内皮细胞增生, 增强白细胞和单核巨噬细胞的

吞噬功能。复方半边莲用于治疗儿童呼吸道感染^[2]、急性肺炎^[3]、小儿支气管炎^[4]时比单用西药有更好的疗效。其过敏反应在临床上表现为血压下降、呼吸困难,过敏性休克表现及荨麻疹样皮损^[5]。

复方半边莲作为中医的常用方,目前对其报道主要集中在临床应用方面,检索国内外文献未见有对复方半边莲生物活性的研究。有研究报道,方剂中的半边莲含有吡咯烷生物碱,具有 α -葡萄糖苷酶抑制作用^[6];半枝莲、白花蛇舌草及其药对提取物具有不同程度的抗氧化及清除自由基的活性^[7];以及对白花蛇舌草单味中药的抗氧化^[8]、抑菌^[9-10]作用研究和由白花蛇舌草及其他中药组成的非复方半边莲方剂的活性研究^[11]。

本课题组在对复方半边莲系统研究中,利用体外 α -葡萄糖苷酶抑制、抗氧化及抗菌模型对复方半边莲的生物活性进行研究,以期为复方半边莲的广泛应用提供理论依据。

1 材料

1.1 主要仪器 Multiskan MK3 酶标仪(美国 Thermo Electron 公司), LDZX-30 KB 立式压力蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂), LRH-150 恒温生化培养箱(上海一恒科技有限公司), JJ-CJ-2FD 洁净工作台(吴江市净化设备总厂), DELTA 320 型 pH 计(梅特勒-托利多仪器有限公司), ZWX-201A 紫外线空气消毒器(广东粤华医疗器械厂), 电子天平(美国 Mettler-Toledo 仪器有限公司), 旋转蒸发仪(德国 Heidolph 公司), 96 微孔板, 微量移液器及枪头等, UV-2000 型紫外-可见分光光度计(上海尤尼可仪器有限公司)。

1.2 试药 α -葡萄糖苷酶 (α -glucosidase, EC 3.2.1.20), 4-硝基苯- β -D-吡喃葡萄糖苷 (4-Nitrophenyl- β -D-glucopyranoside, PNPG, 026K1516), 阿卡波糖(Acarbose, Lot 16869) 和 DMSO 均购自美国 Sigma 公司。

二苯代苦味酰基自由基(DPPH, 日本东京化成工业株式会社), [2,2'-连氮-(3-乙基苯并咪唑-6-磺酸)二氨盐](ABTS, 美国 Fluka 公司), 6-羟基-2,5,7,8-四甲基苯并二氢吡喃-2-羧酸(Trolox, 美国 Aldrich 公司), Fe^{3+} -三吡啶三啉(TPTZ)、丁基羟基茴香醚(BHA)和二丁基羟基甲苯(BHT)均购自比利时 Acros organics 公司。

供试菌种金黄色葡萄球菌(Staphylococcus

aureus, SA) 和 ATCC25923 购买于上海天呈生物信息有限公司(批号 TC-26), 耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(Methicillin-resistant Staphylococcus aureus, MRSA) 和 β -内酰胺酶阳性金黄色葡萄球菌(ESBLs-SA) 由河南大学附属淮河医院临床分离得到, 经全自动微生物分析仪 VITEK-AMS 鉴定, 符合率 99%。培养基 Nutrient Agar (北京奥博星生物技术有限公司), Broth Medium(北京奥博星生物技术有限公司)。

2 方法

2.1 复方半边莲不同部位制备 半边莲、半枝莲和白花蛇舌草质量分数比 1:1:1, 按照生产工艺水煎煮提取得粗提物总浸膏 A, 粗提物经大孔树脂过柱依次用纯水、40% 甲醇、60% 甲醇和 100% 甲醇冲洗。纯水冲洗经薄层色谱分离得到 B, C 两部位, 40% 甲醇冲洗得到 D 部位, 60% 甲醇冲洗得到 E 部位, 100% 甲醇冲洗经薄层色谱分离得到 F, G 两部位。

2.2 α -葡萄糖苷酶抑制活性筛选 参照本课题组建立的方法^[12]。复方半边莲各部位配制 5 个对半稀释的浓度, 反应体系为 8 μ L 一定浓度的样品, 加入 112 μ L 磷酸钾缓冲液(pH 6.8), 再加入 20 μ L 0.2 U \cdot mL⁻¹ α -glucosidase, 37 $^{\circ}$ C 恒温 15 min 后加入 2.5 mmol \cdot L⁻¹ PNPG 20 μ L, 37 $^{\circ}$ C 恒温反应 15 min。再加入 80 μ L 0.2 mol \cdot L⁻¹ 的 Na₂CO₃ 溶液, 于 405 nm 波长下测吸光度 $A_{\text{样品}}$ 。同时做相同体系下的样品空白组, 不加样品和酶与底物的空白对照组、不加样品的阴性对照组和以阿卡波糖为抑制剂的阳性对照组。按照公式 $[(A_{\text{样品}} - A_{\text{样品空白}}) / (A_{\text{阴性}} - A_{\text{空白}})] \times 100\%$ 计算抑制率, 并用 Origin 软件求出相应 IC₅₀ 值。

2.3 抗氧化活性筛选

2.3.1 DPPH 方法 按照文献^[13]方法, 将样品及阳性对照品用甲醇配制成 5 个不同质量浓度梯度的溶液, 在 515 nm 处测定吸光度, 每份样品平行操作 3 次, 取算术平均值, 甲醇作空白对照, 计算出清除率及半数抑制浓度 IC₅₀ 值。

2.3.2 ABTS 方法 按照文献^[13]方法, 将样品及阳性对照品用甲醇配制成 5 个不同质量浓度梯度, 在 734 nm 处测定吸光度, 每份样品平行操作 3 次, 取平均值, 甲醇作空白对照, 计算出清除率及半数抑制浓度 IC₅₀ 值。

2.3.3 FRAP 方法 按照文献^[14]方法配制 TPTZ 工

作液,将样品及阳性对照品用甲醇配制成 5 个不同质量浓度梯度的溶液,在 593 nm 处测定吸光度,每份样品平行操作 3 次,取平均值,用甲醇作空白对照,计算出清除率,结果以 Trolox 当量(即每克样品的自由基清除能力相当于 Trolox 的自由基清除能力的微摩尔数)表示。

2.4 抗菌活性筛选 抗菌活性的测定采用 K-B 实验法^[15],分别取 5 μL 样品加到直径 6 mm 的圆形滤纸片上,挥干溶剂后,置于含菌平板,同时用溶剂做空白对照。37 ℃ 恒温培养 24 h,观察结果,记录下抑菌圈的大小。将具有活性的样品进行对半稀释,出现抑菌圈的最低样品浓度即为 MIC 值。每个浓度平行操作 2 次,取平均值。用相应溶剂作空白对照,所有操作均在无菌条件下进行。

3 结果与讨论

3.1 复方半边莲部位对 α-葡萄糖苷酶抑制活性分析 表 1 显示,在相同浓度下,不同部位对 α-葡萄糖苷酶抑制活性从大到小依次为 100% 甲醇洗脱部位 F ($IC_{50} = 411.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) > 100% 甲醇洗脱部位 G ($IC_{50} = 543.70 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) > 60% 甲醇洗脱部位 E ($IC_{50} = 1\,293.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。此外,从表中结果可以看出,随着洗脱剂甲醇浓度的增大,得到的部位对 α-葡萄糖苷酶的抑制作用逐渐增强,用 100% 甲醇冲洗得到的两部位 F 和 G 对 α-葡萄糖苷酶的抑制作用好于阳性对照药阿卡波糖 ($IC_{50} = 1\,081.27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。

表 1 复方半边莲不同部位对 α-葡萄糖苷酶的抑制活性

($\bar{x} \pm s$)

样品	初筛终浓度 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	吸光度值	抑制率 / %	IC_{50} / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
A	1 500	2.124 ± 0.028	7.10	-
B	1 500	2.266 ± 0.044	1.55	-
C	1 500	2.247 ± 0.036	0.67	-
D	1 500	2.121 ± 0.032	4.97	-
E	1 500	0.762 ± 0.028	65.86	1 293.50
F	1 500	0.095 ± 0.039	95.77	411.50
G	1 500	0.121 ± 0.097	94.59	543.70
Acarbose	1 500	1.189 ± 0.023	55.63	1 081.27

注: -, IC_{50} 未测定; Acarbose 为阳性对照品 A: 水提取总浸膏; B: 纯水冲洗大孔树脂柱所得部位 1; C: 纯水冲洗大孔树脂柱所得部位 2; D: 40% 甲醇冲洗大孔树脂柱所得部位; E: 60% 甲醇冲洗大孔树脂柱所得部位; F: 100% 甲醇冲洗大孔树脂柱所得部位 1; G: 100% 甲醇冲洗大孔树脂柱所得部位 2。

3.2 复方半边莲部位抗氧化活性分析

3.2.1 对 DPPH 自由基的清除作用 结果见表 2。

表 2 复方半边莲不同洗脱部位的抗氧化活性 ($\bar{x} \pm s$)

样品	DPPH 法	ABTS 法	FRAP 法
	$IC_{50} / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$IC_{50} / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	/ $\mu\text{mol TE} \cdot \text{g}^{-1}$
A	-	-	101.08 ± 2.97
B	-	-	22.38 ± 1.06
C	-	-	42.65 ± 1.36
D	-	-	79.38 ± 1.70
E	-	-	196.38 ± 3.96
F	63.57	11.23	1 111.84 ± 0.00
G	19.1	10.81	889.44 ± 15.84
BHT	18.71	7.47	1 581.68 ± 97.41

注: BHT 为阳性对照品; -, IC_{50} 未测定。

表 2 显示,100% 甲醇洗脱部位 G 对 DPPH 自由基的清除能力最强 ($IC_{50} = 19.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$),与阳性对照 BHT ($IC_{50} = 18.71 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 的清除能力接近。复方半边莲水提取浸膏 A、纯水洗脱部位 B 和 C,40% 甲醇洗脱部位 D 及 60% 甲醇洗脱部位 E 清除 DPPH 自由基的 IC_{50} 值未测定。在对复方半边莲进行 DPPH 自由基清除能力的初筛中,测定 A, B, C, D, E 质量浓度在 $55.56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,清除率分别为 1.97%, 7.74%, 4.63%, 6.05%, 20.6%。

3.2.2 对 ABTS 自由基的清除作用 结果见表 2 和图 1。表 2 显示,100% 甲醇洗脱部位 F ($IC_{50} = 11.23 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 和 G ($IC_{50} = 10.81 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 对 ABTS 自由基的清除能力比阳性对照 BHT ($IC_{50} = 7.47 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 的清除能力略低,分别约为 BHT 能力的 1/1.50, 1/1.45; 在对样品进行 ABTS 自由基清除能力的初筛中,测定 A, B, C, D, E 质量浓度在 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,清除率分别为 42.95%, 16.83%, 25.81%, 34.60%, 25.49%。

图 1 显示,100% 甲醇洗脱部位 F 和 G 对 ABTS 自由基的清除能力与阳性对照 BHT 相似,当其浓度在 $25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下时,清除率随浓度增大几乎是呈线性增加,当浓度在 $25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上时,清除率增加缓慢,浓度在 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,清除率达到 100%,说明抗氧化作用已接近饱和,再增加浓度,清除率变化不大。

3.2.3 FRAP(对 Fe^{3+} 的还原能力)方法 表 2 显示,复方半边莲 100% 甲醇洗脱部位 F 还原 Fe^{3+} 的能力最强 [FRAP 值为 ($1\,111.84 \pm 0.00$) $\mu\text{mol} \cdot$

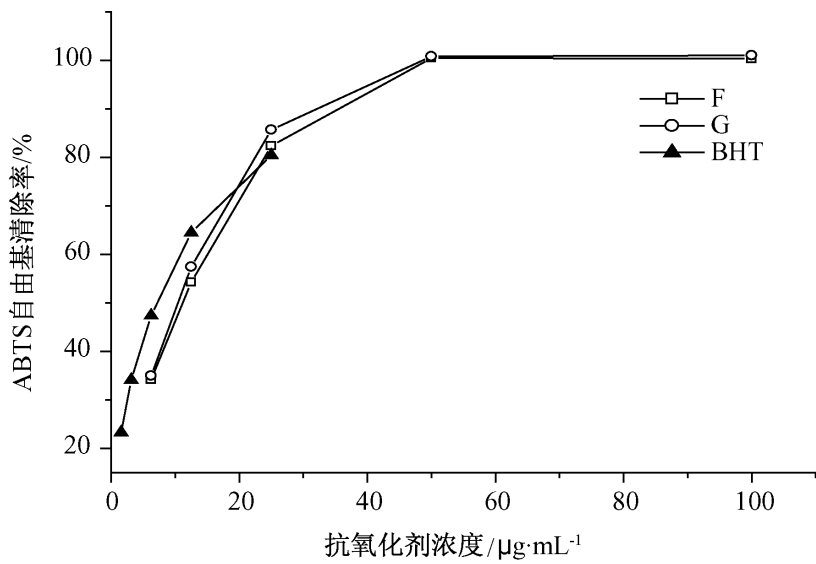


图 1 抗氧化剂浓度对 ABTS 自由基的清除作用

g⁻¹], 比阳性对照 BHT [FRAP 值为 (1 581.68 ± 97.41) μmol·g⁻¹] 略低。复方半边莲水提取浸膏及不同体积分数甲醇洗脱部位和 BHT 对 Fe³⁺ 的还原能力顺序为: BHT > F > G > E > A > D > C > B, 100% 甲醇洗脱部位 F 的还原能力约是纯水洗脱部位 B 的 50 倍。

3.3 复方半边莲部位抗菌活性分析

3.3.1 复方半边莲水提取物及各洗脱部位抗菌活性测定

表 3 复方半边莲各部位对受试菌种生长的抑制作用

样品	抑菌圈 (mm)		
	SA	MRSA	ESBLs-SA
A	-	-	-
B	-	-	-
C	-	-	-
D	9	9	9
E	9	9	-
F	9	9	9
G	9	9	8

注: -, 药液浓度为 250 μg·disc⁻¹ 时无抑菌圈。

结果显示, 样品浓度为 250 μg·disc⁻¹ 时, 复方半边莲 40% 甲醇洗脱部位 D、100% 甲醇洗脱部位 F 和 G 对 SA、MRSA 和 ESBLs-SA 3 种受试菌均有抑制活性, 且抑制能力相当。60% 甲醇洗脱部位 E 仅对 SA 和 MRSA 有抑制活性。

3.3.2 复方半边莲洗脱部位对受试菌种最小抑菌浓度的测定 表 4 显示, 60% 甲醇洗脱部位 E 和 100% 甲醇洗脱部位 G 对 SA 的最小抑菌浓度 (MIC) 最小, 抑制 SA 生长的能力最强。横向比较, 100% 甲醇洗脱部位 F 对 SA 的抑制能力最强, 40% 甲醇洗脱部位 D 对 3 种受试菌的抑制作用相当。整体来看, 各样品抑制 SA 生长的能力最高, MRSA 其次, 抑制

ESBLs-SA 生长的能力较弱。

表 4 复方半边莲洗脱部位对受试菌种的 MIC mg·disc⁻¹

样品	SA	MRSA	ESBLs-SA
D	0.125	0.125	0.125
E	0.062 5	0.125	-
F	0.125	0.25	0.25
G	0.062 5	0.125	0.25

注: -, 无抑菌活性。

4 结论

复方半边莲临床上用于儿童呼吸道感染、急性肺炎、小儿支气管炎和小儿秋季腹泻。目前对其报道主要集中在临床应用方面, 关于其化学成分和活性筛选研究至今未见有文献报道, 只有关于单味药材的化学成分的研究及生物活性方面的研究报道。

本文利用体外 α -葡萄糖苷酶抑制、抗氧化及抗菌模型对复方半边莲不同甲醇-水溶液洗脱部位进行了 3 种生物活性的研究, 发现复方半边莲中的活性成分主要集中在高浓度甲醇洗脱部位中。100% 和 60% 甲醇洗脱部位的 α -葡萄糖苷酶、抗氧化及抗菌活性均较好, 可根据本文研究对复方半边莲有效部位进行活性成分的追踪, 分离出高效的单体化合物。另外, 针对复方半边莲临床使用上出现的不良反应, 也可通过进一步地分离纯化找到导致不良反应的成分, 为复方半边莲的临床广泛应用提供理论依据。

[参考文献]

- [1] 王守英. 复方半边莲定性定量标准研究[J]. 中医中药, 2007, 4(11): 210.
- [2] 李俊岭. 复方半边莲治疗小儿上呼吸道感染 52 例[J]. 临床医学, 2004, 24(8): 58.
- [3] 俞顺新. 复方半边莲治疗新生儿肺炎 30 例临床分析[J]. 河北医学, 2002, 8(12): 1065.
- [4] 杨聪琴, 吕艳芳. 复方半边莲治疗小儿急性支气管炎疗效观察[J]. 实用中医药杂志, 2005, 21(3): 136.
- [5] 李娜, 于福文. 复方半边莲致过敏性休克 1 例[J]. 中国医院药学杂志, 2005, 25(2): 191.
- [6] 龚苏晓, 江纪武. 半边莲中抑制 α -葡萄糖苷酶的 2 种新的吡咯烷生物碱[J]. 国外医学·中医中药分册, 2002, 24(3): 185.
- [7] 董欢欢, 曹树稳, 余燕影. 半枝莲、白花蛇舌草及其药对提取物抗氧化及清除自由基活性[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(5): 782.
- [8] 于新, 杜志坚, 陈悦娇, 等. 白花蛇舌草提取物抗氧化

作用的研究[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(3): 10.

[9] 边才苗. 白花蛇舌草提取物的抑菌作用研究[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(10): 991.

[10] 李涛, 余旭亚, 韩本勇. 白花蛇舌草抑菌作用研究[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(6): 1335.

[11] 张永成. 白花蛇舌草及其复方活性成分研究[D]. 广州: 广东工业大学应用化学, 2004.

[12] 康文艺, 张丽, 宋艳丽. 茜草抑制 - 葡萄糖苷酶活性成分研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 32(5): 1104.

[13] 常星, 魏金凤, 刘瑜新, 等. 黏毛蓼的抗氧化活性[J].

精细化工, 2009, 26(6): 550.

[14] Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19(6/7): 669.

[15] 史高峰, 吕玲玉, 陈学福, 等. 甘薯叶浸膏抑菌活性的研究[J]. 中成药, 2010, 32(1): 133.

[责任编辑 顾雪竹]

(上接第 56 页)

[参考文献]

[1] 中国药典. 一部[S]. 2005: 61.

[2] 涂瑶生, 郭用庄. 全国单味中药饮片浓缩颗粒研讨会述要[J]. 中国医药学报, 1998, 13(1): 68.

[3] 康文艺, 姬志强, 王金梅. 石韦和绒毛石韦根挥发性成分 HS-SPME-GC-MS 分析[J]. 中成药, 2008, 30(8): 1236.

[4] 薛愧玲, 唐娜娜, 姬志强, 等. 有柄石韦和绒毛石韦叶的挥发油成分分析[J]. 中国药房, 2009, 20(24): 1881.

[5] 刘丽欣, 王岳, 张敬晶. HPLC 测定复方石韦片中绿原酸的含量[J]. 现代中西医结合杂志, 2008, 17(26): 4130.

[6] 郑兴, 许云龙, 徐军, 等. 光石韦化学成分的研究[J]. 中草药, 1999, 30(4): 253.

[7] 孙全明, 朱朝德, 李春雨, 等. RP-HPLC 测定石韦药材中绿原酸的含量[J]. 中国药品标准, 2005, 6(5): 21.

[8] 黄潇, 彭志刚. 芒果苷药理作用研究概况[J]. 中国药师, 2007, 10(1): 73.

[9] 郭巧生, 房海灵, 申海进. 不同产地野菊花中绿原酸、咖啡酸和蒙花苷含量[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(9): 1160.

[10] 刘燕, 彭章明, 栗珊, 等. HPLC 同时测定宜宾产蒲公英中的咖啡酸和绿原酸[J]. 华西药学杂志, 2010, 25(2): 198.

[11] 邓超澄, 陈卫卫, 韦秀芝, 等. HPLC 测定白虎退热栓中芒果苷含量[J]. 中成药, 2009, 31(6): 980.

[责任编辑 顾雪竹]