

蜈蚣草化学成分的研究

韦迪^{1,2,3,4}, 李倩², 袁名睿², 万近福², 李月婷¹, 王永林^{1*}

(1. 贵州医科大学贵州省药物制剂重点实验室, 贵州 贵阳 550004; 2. 云南省药物研究所, 云南 昆明 650111; 3. 贵州医科大学药学院, 贵州 贵安新区 550025; 4. 贵州益佰制药股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

摘要: 目的 研究蜈蚣草 *Pteris vittata* L. 的化学成分。方法 蜈蚣草全草 60% 乙醇提取物采用大孔吸附树脂、硅胶、凝胶、C₁₈ 色谱柱等进行分离纯化, 根据理化性质及波谱数据鉴定所得化合物的结构。结果 从中分离得到 11 个化合物, 分别鉴定为芦丁 (1)、山柰酚-3-*O*- β -*D*-葡萄糖苷 (2)、山柰酚-3-*O*-芸香糖苷 (3)、山柰酚-3-*O*- β -*D*-葡萄糖醛酸苷 (4)、淫羊藿次苷 B6 (5)、ethyl β -*D*-xylopyranoside (6)、苯乙烯-4-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷 (7)、苯丙氨酸 (8)、phenyl- β -*D*-glucopyranoside (9)、4-羟基-2-甲氧基-苯基- β -*D*-葡萄糖苷 (10)、松脂醇-4''-吡喃葡萄糖苷 (11)。结论 化合物 2~11 为首次从该植物中分离得到。

关键词: 蜈蚣草; 化学成分; 分离鉴定

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2020)05-1219-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2020.05.022

Chemical constituents from *Pteris vittata*

WEI Di^{1,2,3,4}, LI Qian², YUAN Ming-rui², WAN Jin-fu², LI Yue-ting¹, WANG Yong-lin^{1*}

(1. Guizhou Provincial Key Laboratory of Pharmaceutics, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 2. Yunnan Institute of Materia Medica, Kunming 650111, China; 3. School of Pharmacy, Guizhou Medical University, Gui'an New District 550025, China; 4. Guizhou Yibai Pharmaceutical Co., Ltd., Guiyang 550008, China)

ABSTRACT: **AIM** To study the chemical constituents from *Pteris vittata* L.. **METHODS** The 60% ethanol extract from *P. vittata* was isolated and purified by macroporous resin, silica, sephadex LH-20, and C₁₈ column chromatographies, then the structures of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. **RESULTS** Eleven compounds were isolated and identified as rutin (1), kaempferol-3-*O*- β -*D*-glucosylside (2), kaempferol-3-*O*-rutinoside (3), kaempferol-3-*O*- β -*D*-glucuronide (4), icariside B6 (5), ethyl β -*D*-xylopyranoside (6), 4-ethenylphenyl- β -*D*-glucopyranoside (7), phenylpropionic acid (8), phenyl- β -*D*-glucopyranoside (9), 4-hydroxy-2-methoxyphenyl- β -*D*-glucopyranoside (10), thodojaponia-4''-*O*- β -*D*-glucopyranoside (11). **CONCLUSION** Compounds 2~11 are first isolated from this plant.

KEY WORDS: *Pteris vittata* L.; chemical constituents; isolation and identification

蜈蚣草 *Pteris vittata* L. 为蕨类植物门、凤尾蕨科、凤尾蕨属植物, 别名牛肋巴、舒筋草、长叶甘草蕨、蜈蚣蕨, 生长在山坡、路边的钙质土或石灰岩壁缝中, 广范分布于中国热带和亚热带。《全国中草药汇编》记载, 其性味淡、平, 具有祛风活

血、解毒杀虫的作用; 主要用来防治流行性感、跌打损伤、风湿疼痛、痢疾; 外用于治蜈蚣咬伤、疥疮^[1]。目前国内外关于蜈蚣草的研究主要围绕其对于神富集及环境的治理作用^[2], 而对蜈蚣草化学成分的研究则较少, 仅侯远鑫^[3]、殷帅文^[4]

收稿日期: 2019-04-02

基金项目: 云南省科技厅应用基础研究-青年项目 (2013FD069)

作者简介: 韦迪 (1985—), 男, 工程师, 从事天然药物物质基础、工艺研究。Tel: 18725165550, E-mail: 329837946@qq.com

* 通信作者: 王永林 (1954—), 男, 教授, 博士生导师, 从事中药活性物质基础与药代动力学、药物新剂型与新技术研究。Tel: (0851)86908468, E-mail: gywyl@gmc.edu.cn

对其化学成分进行报道,本课题组利用多种色谱技术对其化学成分进行了系统研究,最终从其乙醇提取物中分离得到11个化合物,其中,化合物1~4为黄酮类,化合物7~11为酚酸类,化合物2~11均为首次从该植物中分离得到。

1 材料

Bruker-600 MHz 核磁共振波谱仪(德国 Bruker 公司); MAT-95 型质谱仪(美国 Thermo Finnigan 公司); 高效液相色谱仪(美国安捷伦公司); 半制备 HPLC 色谱柱 YMC-Pack ODS-A 色谱柱、 C_{18} 反向材料(美国 YMC 公司); 葡聚糖凝胶(瑞典 Ge healthcare Bio-Sciences AB 公司); 聚酰胺树脂(国药集团化学试剂有限公司); HPD-100 和 D941 大孔吸附树脂(沧州宝思吸附材料有限公司); 柱色谱用硅胶(200~300目)、薄层色谱硅胶板(青岛海洋化工厂)。

蜈蚣草全草 2014 年 8 月 12 日采于昭通威信,自然阴干,经云南省药物研究所资源室邱斌副高级工程师鉴定为蜈蚣草 *Pteris vittata* L. 的全草,标本(wgc-20140812)收藏于云南省药物研究所资源研究室。

2 提取与分离

自然干燥的蜈蚣草全株(15 kg)用 60% 乙醇 160 L 回流提取 2 h,分别提取 3 次,合并提取液后浓缩至无醇,通过 HPD-100 型大孔吸附树脂柱层析后浓缩干燥,得水流份 1 006.5 g、30% 乙醇流份 560.3 g、70% 乙醇流份 460.7 g。取 70% 乙醇流份 100 g,采用聚酰胺柱色谱分离,依次用乙醇-水(1:10、3:10、5:10、7:10、9.5:10)梯度洗脱,合并相同流份,浓缩得到 5 个流份(WJ1~WJ5)。WJ2(20 g)经硅胶柱色谱分离、重结晶后得化合物 2(216.9 mg)、3(19.8 mg); WJ2(20 g)通过硅胶柱、凝胶柱色谱分离得化合物 4(493.7 mg)、1(93.7 mg); WJ9(12.4 g)经 ODS 柱色谱粗分离后进行半制备 HPLC 分离,得化合物 8(20.0 mg)、9(15.0 mg); 30% 乙醇流份 120 g 用 D941 大孔吸附树脂进行脱色处理,得到样品 80 g,用硅胶柱色谱分离,依次用氯仿-甲醇(25:1、20:1、15:1、10:1、8:1、5:1、3:1、2:1、1:1、0:1)梯度洗脱,合并相同流份得到 16 个组分(WD1~WD16)。WD3(4.9 g)、WD5(9.6 g)分别用半制备 HPLC 分离,得化合物 10(21 mg)、11(30.7 mg); WD8 通过 ODS 柱色谱分离后经半制备 HPLC 分离,得

化合物 5(21.9 mg)、6(19.8 mg)。WD12(3.76 g)运用凝胶柱色谱分离后进行半制备 HPLC 纯化,得化合物 10(14.6 mg)。

3 结构鉴定

化合物 1: 淡黄色粉末; 分子式 $C_{27}H_{30}O_{16}$, ESI-MS m/z : 611 $[M+H]^+$ 。¹H-NMR(DMSO- d_6 , 500 MHz) δ : 12.59(1H, s, -OH), 7.53(1H, brd, $J=8.3$ Hz, H-6'), 7.51(1H, brs, H-2'), 6.82(1H, d, $J=8.3$ Hz, H-5'), 6.37(1H, brs, H-8), 6.17(1H, brs, H-6), 5.33(1H, d, $J=7.4$ Hz, H-1''), 4.40(1H, brs, Rha-H-1), 0.97(3H, d, $J=6.0$ Hz, Rha-H-6); ¹³C-NMR(DMSO- d_6 , 125 MHz) δ : 156.4(C-2), 133.2(C-3), 177.4(C-4), 156.6(C-5), 98.7(C-6), 164.1(C-7), 93.6(C-8), 121.6(C-1'), 115.2(C-2'), 144.7(C-3'), 148.4(C-4'), 116.2(C-5'), 121.1(C-6'), 74.1(C-2''), 76.4(C-3''), 70.5(C-4''), 76.4(C-5''), 67.0(C-6''), 101.1(C-1'''), 70.5(C-2'''), 70.4(C-3'''), 71.8(C-4'''), 68.3(C-5'''), 17.8(C-6''')。以上波谱数据与文献[5]基本一致,故鉴定为芦丁。

化合物 2: 黄色针状结晶; 分子式 $C_{21}H_{20}O_{11}$, ESI-MS m/z : 471 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR(500 MHz, CH_3OD) δ : 8.05(1H, d, $J=9.75$ Hz, H-2'), 6.88(1H, d, $J=8.9$ Hz, H-3'), 6.88(1H, d, $J=8.9$ Hz, H-5'), 8.05(1H, d, $J=9.75$ Hz, H-6'), 6.38(1H, s, H-8), 6.19(1H, s, H-6), 5.24(1H, d, $J=7.45$ Hz, H-1''), 3.69(1H, dd, $J=11.8, 2.3$ Hz, H-6'a), 3.53(1H, dd, $J=11.9, 5.6$ Hz, H-6'b); ¹³C-NMR(125 MHz, CH_3OD) δ : 158.5(C-2), 135.4(C-3), 179.5(C-4), 163.1(C-5), 99.9(C-6), 166.0(C-7), 94.7(C-8), 159.0(C-9), 105.7(C-10), 122.8(C-1'), 132.3(C-2'), 116.1(C-3'), 161.5(C-4'), 116.1(C-5'), 132.3(C-6'), 104.0(C-1''), 75.7(C-2''), 78.0(C-3''), 71.3(C-4''), 78.4(C-5''), 62.6(C-6'')。以上波谱数据与文献[6]基本一致,故鉴定为山柰酚-3-O- β -D-葡萄糖苷。

化合物 3: 淡黄色粉末; 分子式 $C_{27}H_{30}O_{15}$, ESI-MS m/z : 617 $[M+Na]^+$ 。¹H-NMR(500 MHz, CH_3OD) δ : 8.06(2H, d, $J=8.8$ Hz, H-2', H-6'), 6.90(2H, d, $J=8.8$ Hz, H-3', H-5'), 6.42(1H, brs, H-8), 6.21(1H, brs, H-6), 5.09(1H, d, $J=7.2$ Hz, H-1''), 4.51(1H, brs, H-1'''), 3.80

(1H, d, $J=9.6$ Hz, H-6''), 1.12 (3H, d, $J=6.2$ Hz, H-6'''); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CH_3OD) δ : 159.6 (C-2), 135.5 (C-3), 179.4 (C-4), 163.0 (C-5), 100.1 (C-6), 166.2 (C-7), 94.9 (C-8), 158.6 (C-9), 105.7 (C-10), 122.7 (C-1'), 132.4 (C-2'), 116.2 (C-3'), 161.5 (C-4'), 116.2 (C-5'), 132.4 (C-6'), 104.6 (C-1''), 75.6 (C-2''), 78.0 (C-3''), 71.4 (C-4''), 77.2 (C-5''), 68.7 (C-6''), 102.4 (C-1'''), 72.0 (C-2'''), 72.2 (C-3'''), 73.8 (C-4'''), 69.7 (C-5'''), 17.9 (C-6'''). 以上波谱数据与文献 [7] 基本一致, 故鉴定为山柰酚-3-*O*-芸香糖苷。

化合物 4: 黄色粉末; 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{18}\text{O}_{12}$, ESI-MS m/z : 485 $[\text{M} + \text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 12.51 (1H, s, 5-OH), 10.3 (1H, s, 7-OH), 9.80 (1H, s, 4'-OH), 8.03 (2H, d, $J=8.9$ Hz, H-2', 6'), 6.87 (2H, d, $J=8.9$ Hz, H-3', 5'), 6.42 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 6.20 (1H, d, $J=2.1$ Hz, H-6), 5.48 (d, $J=7.3$ Hz, H-1''); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 156.4 (C-2), 132.9 (C-3), 177.2 (C-4), 161.2 (C-5), 98.8 (C-6), 164.3 (C-7), 93.8 (C-8), 156.4 (C-9), 103.4 (C-10), 120.6 (C-1'), 130.9 (C-2'), 115.2 (C-3'), 115.2 (C-4'), 115.2 (C-5'), 130.9 (C-6'), 101.1 (C-1''), 73.9 (C-2''), 75.7 (C-3''), 71.5 (C-4''), 75.8 (C-5''), 170.0 (C-6'')。以上波谱数据与文献 [8] 基本一致, 故鉴定为山柰酚-3-*O*- β -*D*-葡萄糖醛酸苷。

化合物 5: 白色粉末; 分子式 $\text{C}_{19}\text{H}_{32}\text{O}_7$, ESI-MS m/z : 395 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 411 $[\text{M} + \text{K}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 4.30 (1H, m, Glc-1'), 2.04 (3H, s, H-10), 1.48 (3H, s, H-13), 0.91 (6H, s, H-11, 12); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 39.4 (C-1), 46.9 (C-2), 71.8 (C-3), 37.8 (C-4), 125.1 (C-5), 136.7 (C-6), 22.1 (C-7), 44.2 (C-8), 207.7 (C-9), 29.7 (C-10), 28.1 (C-11), 29.5 (C-12), 19.7 (C-13), 102.5 (C-1'), 75.4 (C-2'), 78.6 (C-3'), 71.4 (C-4'), 78.7 (C-5'), 62.9 (C-6')。以上波谱数据与文献 [9] 基本一致, 故鉴定为淫羊藿次苷 B6。

化合物 6: 白色蜡状物; 分子式 $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_5$, ESI-MS m/z : 177 $[\text{M-H}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 1.18 (3H, t, $J=7.0$ Hz), 3.67 (1H, dq, $J=9.5, 7.0$ Hz), 4.06 (dq, $J=9.5, 7.0$ Hz),

4.69 (1H, d, $J=7.6$ Hz, C1'-H), 3.67 (1H, brd, $J=11.3$ Hz, C5'-Ha), 4.32 (1H, dd, $J=11.2, 5.1$ Hz, C5'-Hb); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 65.1 (C-1), 15.6 (C-2), 105.2 (C-1'), 75.0 (C-2'), 78.5 (C-3'), 71.2 (C-4'), 67.3 (C-5')。以上波谱数据与文献 [10] 基本一致, 故鉴定为 ethyl β -*D*-xylopyranoside。

化合物 7: 白色晶体; 分子式 $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 305 $[\text{M} + \text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 7.42 (2H, d, $J=7.5$ Hz, H-2, 6), 7.36 (2H, d, $J=8.7$ Hz, H-3, 5), 6.72 (1H, q, $J=10.9, 17.6$ Hz, H-7), 5.68 (2H, m, H-8), 5.12 (1H, d, $J=10.8$ Hz); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 132.3 (C-1), 128.3 (C-2), 117.4 (C-3), 158.9 (C-4), 117.4 (C-5), 128.3 (C-6), 137.1 (C-7), 112.7 (C-8), 102.5 (C-1'), 75.4 (C-2'), 79.4 (C-3'), 71.7 (C-4'), 78.9 (C-5'), 62.8 (C-6')。以上波谱数据与文献 [11] 基本一致, 故鉴定为苯乙烯-4-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

化合物 8: 白色晶体; 分子式 $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$, ESI-MS m/z : 166 $[\text{M} + \text{H}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 2.82 (1H, q, $J=8.4$ Hz, 14.3 Hz, H-2), 3.16 (1H, d, $J=4.8$ Hz, H-3a), 3.13 (1H, d, $J=4.4$ Hz, H-3b), 7.21 (2H, m, H-5, 9), 7.27 (2H, m, H-6, 8), 7.25 (1H, m, H-7); $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 169.2 (C-1), 55.6 (C-2), 37.1 (C-3), 137.8 (C-4), 129.3 (C-5), 128.3 (C-6), 126.4 (C-7), 128.3 (C-8), 129.3 (C-9)。以上波谱数据与文献 [12] 基本一致, 故鉴定为苯丙氨酸。

化合物 9: 白色蜡状物; 分子式 $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_6$, ESI-MS m/z : 279 $[\text{M} + \text{Na}]^+$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 7.40 (1H, m H-2), 7.31 (1H, m, H-3), 7.31 (1H, m, H-5), 7.40 (1H, m, H-6), Glu: 5.65 (1H, d $J=7.5$ Hz, H-1), 4.39 (1H, m, H-2), 4.60 (1H, m, H-3), 4.18 (1H, m, H-4), 4.47 (1H, m, H-5), 4.43 (2H, m, H-6); $^{13}\text{C-NMR}$ (500 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$) δ : 159.2 (C-1), 130.4 (C-2), 117.4 (C-3), 122.7 (C-4), 117.4 (C-5), 130.4 (C-6), 62.8 (C-1'), 79.4 (C-2'), 79.0 (C-3'), 75.4 (C-4'), 71.7 (C-5'), 62.8 (C-6')。以上波谱数据与文献 [13] 基本一致, 故鉴定为 phenyl- β -*D*-glucopyranoside。

化合物 10: 白色蜡状物; 分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_8$,

ESI-MS m/z : 325 $[M + Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : 7.17 (1H, dd, $J=1.4$ Hz, 4.2 Hz, H-2), 7.56 (1H, d, $J=8.7$ Hz), 7.07 (H-5, 1H, d, $J=2.7$ Hz, H-6), 3.70 (1H, d, $J=3.7$, -OCH₃), Glu: 5.58 (1H, d, $J=7.31$ Hz, H-1'), 4.42 (1H, m, H-2'), 4.62 (1H, m, H-3'), 4.14 (1H, m, H-4'), 4.54 (1H, m, H-5'), 4.38 (2H, m, H-6'); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 143.8 (C-1), 103.8 (C-2), 149.5 (C-3), 152.6 (C-4), 109.8 (C-5), 116.9 (C-6), 56.3 (-OCH₃)。以上波谱数据与文献 [14] 基本一致, 故鉴定为 4-羟基-2-甲氧基-苯基- β -D-葡萄糖苷。

化合物 11: 白色粉末; 分子式 C₂₆H₃₂O₁₁, ESI-MS m/z : 543 $[M + Na]^+$ 。¹H-NMR (500 MHz, C₅D₅N) δ : (H-1), 7.25 (1H, m, H-2), 3.78 (1H, s, H-3), 7.02 (1H, m, H-5), 7.28 (1H, m, H-6), 4.17 (1H, m, H-7), 3.21 (1H, m, H-8), 4.03 (2H, m, H-9), 7.30 (1H, m, H-2'), 3.80 (1H, s, H-3'), 7.62 (1H, $J=13.4$ Hz, H-5'), 7.30 (1H, m, H-6'), 4.59 (1H, m, H-7'), 3.22 (1H, m, H-8'), 4.43 (2H, m, H-9'), Glu: 5.73 (1H, d, $J=6.8$ Hz, H-1'); ¹³C-NMR (125 MHz, C₅D₅N) δ : 133.6 (C-1), 111.4 (C-2), 147.9 (C-3), 148.4 (C-4), 116.7 (C-5), 116.9 (C-6), 86.6 (C-7), 56.4 (C-8), 71.8 (C-9), 136.6 (C-1'), 111.6 (C-2'), 149.3 (C-3') 148.4 (C-4'), 119.5 (C-5'), 120.2 (C-6'), 86.9 (C-7'), 56.5 (C-8'), 72.4 (C-9')。以上波谱数据与文献 [15] 基本一致, 故鉴定为松脂醇-4''-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。

参考文献:

[1] 谢宗万. 全国中草药汇编下册[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 646-647.

[2] Huang Z C, An Z Z, Chen T B, et al. Arsenic uptake and transport of *Pteris vittata* L. as influenced by phosphate and inorganic arsenic species under sand culture [J]. *J Environ Sci (China)*, 2007, 19(6): 714-718.

[3] 侯远鑫, 周昌园, 侯淑芬, 等. 蜈蚣草乙酸乙酯部位化学成分分离鉴定 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(19): 52-55.

[4] 殷帅文, 胡文杰, 叶飞飞, 等. 蜈蚣草化学成分及抑制乙酰胆碱酯酶生物活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(8): 1367-1370.

[5] 马养民, 王 佩. 文冠果叶化学成分的研究 [J]. 中成药, 2010, 32(10): 1750-1753.

[6] 马彦梅, 周文明, 李炳奇. 宽苞棘豆黄酮类化学成分的研究 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24(1): 140-141.

[7] 齐晶晶, 晏永明, 汪成祥, 等. 黑果枸杞化学成分研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(3): 345-353.

[8] 乔春峰, 王涛涛, 董 辉, 等. 黑果山姜的化学成分 [J]. 中草药, 2000, 31(6): 404-405.

[9] Miyase T, Ueno A, Takizawa N, et al. Studies on the glycosides of *Epimedium grandiflorum* Morr. var. *thunbergianum* (MIQ.) Nakai. III [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(7): 2475-2484.

[10] Xie H H, Xu X Y, Dan Y, et al. Alkyl glycosides from mycelial cultures of *dichomitus squalens* [J]. *Chin J Nat Med*, 2009, 7(5): 390-393.

[11] Socolsky C, Fascio M L, D'Accorso N B, et al. Effects of *p*-vinylphenyl glycosides and other related compounds on the oviposition behavior of *Ceratitis capitata* [J]. *J Chem Ecol*, 2008, 34(4): 539-548.

[12] 熊 山, 陈玉武, 叶祖光. 楮实子的化学成分研究 [J]. 现代药物与临床, 2009, 24(1): 34-36.

[13] Morikawa T, Xie H, Matsuda H, et al. Bioactive constituents from Chinese natural medicines. XVII. constituents with radical scavenging effect and new glucosyloxybenzyl 2-isobutylmalates from *Gymnadenia conopsea* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2006, 54(4): 506-513.

[14] 杨 磊, 高 昊, 王乃利, 等. 野木瓜酚性成分研究 [J]. 中国药物化学杂志, 2007, 17(4): 242-245.

[15] 贾忠建, 李国强. 黄花杜鹃化学成分研究 [J]. 中草药, 1996, 27(9): 262-265.