

罗汉果叶的化学成分研究

张妮^{1,2}, 魏孝义¹, 林立东^{1*}

(1. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为了解罗汉果(*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey)中的化学成分,利用溶剂萃取和色谱分离手段,从罗汉果叶中分离得到9个化合物。通过光谱分析,分别鉴定为:山奈酚-3,7-*O*- α -L-二鼠李糖苷(1)、山奈酚-3-*O*- α -L-鼠李糖苷(2)、阿魏酸(3)、4'-甲氧基二氢槲皮素(4)、大黄素(5)、芦荟大黄素(6)、槲皮素(7)、山奈酚(8)、山奈酚-7-*O*- α -L-鼠李糖苷(9),其中化合物3~6为首次从罗汉果叶中分离得到。

关键词: 罗汉果; 叶; 化学成分; 黄酮

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2014.01.016

Chemical Constituents from the Leaves of *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey

ZHANG Ni^{1,2}, WEI Xiao-yi¹, LIN Li-dong^{1*}

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 51050, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In order to understand the chemical constituents of *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey, nine compounds were isolated from the leaves of *S. grosvenorii* by using solvent fractionation and chromatographic technology. On the basis of spectral data, they were identified as: kaempferol-3,7-di-*O*- α -L-rahmnoside (1), kaempferol-3-*O*- α -L-rahmnoside (2), ferulic acid (3), 4'-*O*-methyldihydroquercetin (4), emodin (5), aloemodin (6), quercetin (7), kaempferol (8), kaempferol-7-*O*- α -L-rahmnoside (9). Among them, compounds 3 – 6 were isolated from the leaves of *S. grosvenorii* for the first time.

Key words: *Siraitia grosvenorii*; Leaf; Chemical constituents; Flavonoid

罗汉果[*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey]为葫芦科(Cucurbitaceae)罗汉果属的多年生藤本植物,是我国特有的经济、药用植物,1987年卫生部将罗汉果列为既是药品又是食品的中药之一^[1]。罗汉果是广西北部地区的传统特产^[2],其性凉味甘,无毒,有润肺止咳、凉血、润肠通便的功效,临床可用于治疗高血压、肺结核、哮喘、胃炎、百日咳、慢性支气管炎和慢性扁桃体炎等疾病^[3]。近年来,各国学者对罗汉果的果实、根、叶和种子的化学成分进

行了研究^[2]。罗汉果皂苷为罗汉果果实中的主要活性物质,根中富含去甲基葫芦烷类化合物^[3-4]。相对于罗汉果的果实,对罗汉果叶的研究报道较少。陈全斌等报道^[5-6],罗汉果叶中含有黄酮、氨基酸、茶多酚等,并从中分离鉴定了两个黄酮苷类化合物。为探讨罗汉果叶的利用潜力,本文对罗汉果叶的化学成分进行研究,从中分离得到9个化合物,并鉴定了它们的结构。本文报道这些化合物的提取、分离和结构鉴定。

收稿日期: 2013-04-03

接受日期: 2013-04-17

基金项目: 中国科学院生命科学领域基础前沿研究专项(KSCX2-EW-J-28)资助

作者简介: 张妮,女,2010级硕士研究生。E-mail: zhangniazhangni@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: linld@scbg.ac.cn

1 材料和方法

1.1 材料

罗汉果[*Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey] 叶于2011年9月采于广西桂林,由中国科学院华南植物园叶华谷教授鉴定。

柱色谱用正相硅胶(100~200目和200~300目)为青岛海洋化工有限公司产品;反相硅胶 Develosil ODS (S-75 μm)为日本野村化学株式会社产品;葡聚糖凝胶 LH-20 为瑞典 Amersham Bioscience 公司产品;薄层色谱(TLC)用正相硅胶(HFGF254)板为烟台江友硅胶开发有限公司产品;反相硅胶板(RP-18 F254s)为德国 MERCK 公司产品,显色方法为紫外(254 nm)吸收、喷洒 10% 硫酸-乙醇溶液并烘烤。

1.2 仪器

旋转蒸发器用 EYELA Rotary Evaporator N-1000 (日本 TOKYO RIKAKIKAI Co. Ltd 生产);ESIMS 用 API 2000 LC/MS/MS (美国 Applied Biosystems 公司生产),甲醇为溶剂,直接进样测定; ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 用 Bruker DRX-400 型超导核磁共振仪测定(瑞士 Bruker 公司生产),以溶剂残留峰为参照。

1.3 提取和分离

罗汉果叶晒干 9.7 kg,粉碎后用 57% 乙醇浸提 2 次,每次 48 h,合并乙醇提取液,减压浓缩后加水使成混悬液,依次用氯仿、乙酸乙酯、正丁醇萃取,分别蒸干溶剂得氯仿部分(104.8 g)、乙酸乙酯部分(119.8 g)、正丁醇部分(354.6 g)。

乙酸乙酯部分经正相硅胶(100~200目)柱层析,以氯仿:甲醇(9:1~6:4)梯度洗脱,每份收集 1000 mL,经 TLC 薄层层析检测后合并为 4 个组分(E1~E4)。E2 (30.2 g)经正相硅胶(200~300目)柱层析,以氯仿:甲醇(95:5~60:40)梯度洗脱,每份收集 500 mL,经 TLC 薄层层析检测后合并为 9 个组分(E2-1~E2-9)。E2 析出结晶,得到化合物 **1** (9 mg); E2-4 析出沉淀,经 Sephadex LH-20 柱层析得化合物 **2** (56 mg), E2-4 其余部分经反相硅胶柱层析,甲醇-水(2:8~8:2, V/V)洗脱,收集流份, TLC 薄层层析检测后合并为 7 个亚组分(E2-4-1~E2-4-7)。

E2-4-3 析出无色针状结晶,得化合物 **3** (16 mg), E2-4-4 经 Sephadex LH-20 柱层析得化合物 **4** (6.9 mg), E2-4-5 经正相硅胶(200~300目)柱层析,氯仿:甲醇(99:1~95:5)和 Sephadex LH-20 柱层析得化合物 **5** (19 mg)和 **6** (13 mg); E2-8 经反相硅胶柱层析,甲醇-水(2:8~9:1, V/V)洗脱,收集流份, TLC 薄层层析检测后合并为 9 个亚组分(E2-8-1~E2-8-9)。E2-8-8 和 E2-8-9 分别经 Sephadex LH-20 柱层析得化合物 **7** (58 mg)和 **8** (181 mg); E2-9 经反相硅胶柱层析,甲醇-水(2:8~8:2, V/V)洗脱, TLC 薄层层析检测后合并为 6 个亚组分(E2-9-1~E2-9-6), E2-9-5 析出黄色沉淀得到化合物 **9** (61 mg)。

1.4 结构鉴定

山奈酚-3,7-O- β -L-二鼠李糖苷 (**Kaempferol-3,7-di-O- β -L-rahmnoside, 1**) 浅黄色针晶; mp 187 $^{\circ}\text{C}$ ~ 189 $^{\circ}\text{C}$; 分子式 $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{14}$; ESIMS m/z : 579 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 601 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 577 $[\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 6.43 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-6), 6.90 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 7.76 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', H-6'), 6.92 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', H-5'), 5.38 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-1''), 5.55 (1H, s, H-1'''), 0.92 (3H, d, $J = 5.6$ Hz, H-6''), 1.25 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, H-6'''); ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD): δ 157.7 (C-2), 136.2 (C-3), 179.4 (C-4), 162.7 (C-5), 100.2 (C-6), 163.2 (C-7), 95.6 (C-8), 159.5 (C-9), 107.2 (C-10), 122.1 (C-1'), 131.7 (C-2', C-6'), 116.3 (C-3', C-5'), 161.5 (C-4'), 103.2 (C-1''), 71.6 (C-2''), 71.8 (C-3''), 72.9 (C-4''), 71.4 (C-5''), 17.3 (C-6''), 99.6 (C-1'''), 71.0 (C-2'''), 71.8 (C-3'''), 72.9 (C-4'''), 17.8 (C-6''')。光谱数据与文献[7]报道的一致。

山奈酚-3-O- β -L-鼠李糖苷 (**Kaempferol-3-O- β -L-rahmnoside, 2**) 黄色粉末; 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{10}$; ESIMS m/z : 433 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 455 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, CD_3OD): δ 6.14 (1H, s, H-6), 6.30 (1H, s, H-8), 7.71 (2H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2', H-6'), 6.90 (2H, d, $J = 7.2$ Hz, H-3', H-5'), 5.36 (1H, s, H-1''), 4.24 (1H, s, H-2''); ^{13}C NMR (100 MHz, CD_3OD): δ 159.2 (C-2), 136.2 (C-3), 179.5 (C-4), 163.1 (C-5), 99.9 (C-6), 165.8 (C-7), 94.9 (C-8), 158.4 (C-9), 107.2 (C-10), 122.7 (C-1'), 132.0 (C-2', C-6'), 116.5 (C-3', C-5'),

161.5 (C-4'), 103.5 (C-1''), 72.2 (C-2''), 72.0 (C-3''), 73.3 (C-4''), 72.0 (C-5''), 17.7 (C-6'')。光谱数据与文献[8]报道的一致。

阿魏酸 (Ferulic acid, 3) 无色针晶; mp 145 °C ~ 148 °C; 分子式 $C_{10}H_{10}O_4$; ESIMS m/z : 193 [M - H]⁻, 229 [M + Cl]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ 7.26 (1H, d, $J = 16$ Hz, H-2), 6.77 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5), 7.07 (1H, dd, $J = 1.6, 2.0$ Hz, H-6), 7.47 (1H, d, $J = 16$ Hz, H-7), 6.35 (1H, d, $J = 16$ Hz, H-8), 3.79 (3H, s, 3-OCH₃); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO- d_6): δ 125.9 (C-1), 115.7 (C-2), 149.2 (C-3), 148.0 (C-4), 115.6 (C-5), 123.0 (C-6), 144.7 (C-7), 111.2 (C-8), 168.2 (C-9), 55.8 (3-OCH₃)。光谱数据与文献[9]报道的一致。

4'-甲氧基二氢槲皮素 (4'-O-Methyl-dihydroquercetin, 4) 浅黄色固体; 分子式 $C_{16}H_{14}O_7$; ESIMS m/z : 301 [M + Na]⁺, 659 [2M + Na]⁺, 317 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, CD₃OD): δ 7.11 (1H, d, $J = 1.7$ Hz, H-2'), 6.97 (1H, dd, $J = 8.1, 1.7$ Hz, H-6'), 6.84 (1H, d, $J = 8.1$ Hz, H-5'), 5.93 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8), 5.89 (1H, d, $J = 2.1$ Hz, H-6), 4.98 (1H, d, $J = 11.6$ Hz, H-2), 4.58 (1H, d, $J = 11.6$ Hz, H-3), 3.89 (3H, s, 4'-OCH₃); ¹³C NMR (100 MHz, CD₃OD): δ 85.2 (C-2), 73.6 (C-3), 198.5 (C-4), 164.5 (C-5), 97.3 (C-6), 168.7 (C-7), 96.3 (C-8), 165.3 (C-9), 101.9 (C-10), 112.4 (C-1'), 122.2 (C-2'), 148.4 (C-3'), 148.9 (C-4'), 116.0 (C-5'), 129.8 (C-6'), 56.5 (4'-OCH₃)。光谱数据与文献[10]报道的一致。

大黄素 (Emodin, 5) 红色针晶; mp 256 °C ~ 257 °C; 分子式 $C_{15}H_{10}O_5$; ESIMS m/z : 269 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ 7.34 (1H, d, $J = 0.8$ Hz, H-4), 7.02 (1H, dd, $J = 0.8, 2.4$ Hz, H-2), 6.48 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-7), 2.34 (3H, s, 6-CH₃); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO- d_6): δ 164.5 (C-1), 107.9 (C-2), 165.7 (C-3), 108.9 (C-4), 120.5 (C-5), 148.2 (C-6), 124.1 (C-7), 161.4 (C-8), 189.6 (C-9), 181.3 (C-10), 132.8 (C-11), 113.3 (C-12), 108.9 (C-13), 135.0 (C-14), 21.5 (6-CH₃)。光谱数据与文献[11]报道的一致。

芦荟大黄素 (Aloe-emodin, 6) 黄褐色针晶; mp 235 °C ~ 236 °C; 分子式 $C_{15}H_{10}O_5$; ESIMS m/z : 269 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ

11.98 (2H, br, H-1, H-8), 7.77 (1H, m, H-5), 7.57 (2H, m, H-4, H-6), 7.36 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-7), 7.27 (1H, s, H-2), 5.67 (1H, br, 3-OH), 4.68 (2H, s, 3-CH₂OH); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO- d_6): δ 161.6 (C-1), 119.3 (C-2), 153.7 (C-3), 117.1 (C-4), 120.7 (C-5), 137.3 (C-6), 124.4 (C-7), 161.3 (C-8), 191.6 (C-9), 181.4 (C-10), 133.3 (C-11), 113.1 (C-12), 115.9 (C-13), 114.4 (C-14), 62.1 (3-CH₂OH)。光谱数据与文献[12]报道的一致。

槲皮素 (Quercetin, 7) 黄色粉末; 分子式 $C_{15}H_{10}O_7$; ESIMS m/z : 301 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ 7.67 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-2), 6.18 (1H, s, H-6), 6.40 (1H, s, H-8'), 6.88 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 7.53 (1H, dd, $J = 4.4$ Hz, H-6'); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO- d_6): δ 146.8 (C-2), 135.8 (C-3), 175.9 (C-4), 156.2 (C-5), 98.2 (C-6), 163.9 (C-7), 93.4 (C-8), 160.8 (C-9), 103.1 (C-10), 122.0 (C-1'), 115.1 (C-2'), 145.1 (C-3'), 147.7 (C-4'), 115.7 (C-5'), 120.0 (C-6')。光谱数据与文献[13]报道的一致。

山奈酚 (Kaempferol, 8) 黄色粉末; 分子式 $C_{15}H_{10}O_6$; ESIMS m/z : 595 [2M + Na]⁺, 285 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, CD₃OD): δ 6.15 (1H, d, $J = 1.2$ Hz, H-6), 6.36 (1H, s, H-8), 8.05 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', H-6'), 6.88 (2H, d, $J = 8.4$ Hz, H-3', H-5'); ¹³C NMR (100 MHz, CD₃OD): δ 148.0 (C-2), 137.1 (C-3), 177.3 (C-4), 162.5 (C-5), 99.3 (C-6), 165.6 (C-7), 94.5 (C-8), 158.2 (C-9), 104.5 (C-10), 123.7 (C-1'), 130.7 (C-2', C-6'), 116.3 (C-3', C-5'), 160.5 (C-4')。光谱数据与文献[14]报道的一致。

山奈酚-7-O- β -L-鼠李糖苷 (Kaempferol-7-O- β -L-rhamnoside, 9) 黄色粉末; 分子式 $C_{21}H_{20}O_{10}$; ESIMS m/z : 455 [M + Na]⁺, 471 [M + K]⁺, 467 [M + Cl]⁻, 431 [M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ 6.40 (1H, d, $J = 4.0$ Hz, H-6), 6.80 (1H, d, $J = 4.0$ Hz, H-8), 8.07 (2H, dd, $J = 4.0, 4.0$ Hz, H-2', H-6'), 6.93 (2H, dd, $J = 4.0, 4.0$ Hz, H-3', H-5'), 5.54 (1H, d, $J = 4.0$ Hz, H-1''), 3.64 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-2''), 3.84 (1H, s, H-5''), 1.13 (3H, d, $J = 8.0$ Hz, CH₃-5''); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO- d_6): δ 176.1 (C-4), 160.4 (C-5), 98.9 (C-6), 161.4 (C-7), 94.4 (C-8), 155.8 (C-9), 121.6 (C-1'), 129.7 (C-2', C-6'), 115.5 (C-3', C-5'),

159.4 (C-4'), 98.4 (C-1''), 70.1 (C-2''), 70.3 (C-3''), 71.7 (C-4''), 69.9 (C-5''), 18.0 (C-6'')。光谱数据与文献[15]报道的一致。

2 结果和讨论

通过溶剂提取、柱层析色谱分离,从罗汉果叶乙醇提取物中分离获得了9个化合物,并利用光谱分析方法和文献数据对照鉴定了它们的结构,分别鉴定为:山奈酚-3,7-*O*- α -L-二鼠李糖苷(1)、山奈酚-3-*O*- α -L-鼠李糖苷(2)、阿魏酸(3)、4'-甲氧基二氢槲皮素(4)、大黄素(5)、芦荟大黄素(6)、槲皮素(7)、山奈酚(8)、山奈酚-7-*O*- α -L-鼠李糖苷(9),其中化合物3~6为首次从罗汉果叶中分离得到。本研究表明,罗汉果叶中富含黄酮苷类化合物。据报道,罗汉果黄酮具有一定的抗血栓形成、抗血小板聚集、降血脂、抗凝血等活血化瘀的药理作用^[16],还是很好的天然抗氧化剂^[6]。槲皮素(7)具有抗肿瘤细胞增殖及促肿瘤细胞凋亡的生物学作用^[17]。阿魏酸(3)具有抗血小板凝聚、抗炎、抗氧化等药理作用,并能阻滞 β_1 受体、拮抗ET-1生物效应^[18]。大黄素(5)对金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌等有很好的抑制作用^[19]。芦荟大黄素(6)有很好的体外抗HIV-1活性^[20]。本研究结果为更全面地开发利用罗汉果提供了科学参考。

参考文献

- [1] Zeng X L. Advances on Chinese medicine Luohanguo: A specialty plant of Guangxi [J]. *Guangxi Med J*, 2009, 31(8): 1182-1185.
曾祥林. 广西特产植物罗汉果研究进展 [J]. *广西医学*, 2009, 31(8): 1182-1185.
- [2] Li D P, Zhang H R. Research and application of Chinese medicine Luohanguo: A specialty plant of Guangxi [J]. *Guihaia*, 2000, 20(3): 270-276.
李典鹏, 张厚瑞. 广西特产植物罗汉果的研究与应用 [J]. *广西植物*, 2000, 20(3): 270-276.
- [3] Jü W, Cheng Y Y, Zhang J. The review of researches of Luohanguo [J]. *Guangxi J Light Ind*, 2001(4): 4-6.
鞠伟, 程云燕, 张健. 罗汉果研究概况综述 [J]. *广西轻工业*, 2001(4): 4-6.
- [4] Pan H Y. Summary and prospects of Luohanguo [J]. *Shanxi J Trad Chin Med*, 2008, 24(12): 38-39.
潘海燕. 罗汉果研究概要与展望 [J]. *山西中药*, 2008, 24(12): 38-39.
- [5] Chen Q B, Yang J X, Cheng Z Q. Separation, purification and identification of flavonol glycoside from *Momordica grosvenori* leaves [J]. *Guangxi Sci*, 2006, 13(1): 35-36.
陈全斌, 杨建香, 程忠泉. 罗汉果叶黄酮苷的分离与结构鉴定 [J]. *广西科学*, 2006, 13(1): 35-36.
- [6] Chen Q B, Su X J, Shen Z S. Antioxidant activities of the total flavones in *Siraitia grosvenori* leaf extracts [J]. *Food Res Dev*, 2006, 27(10): 189-191.
陈全斌, 苏小建, 沈钟苏. 罗汉果叶黄酮抗氧化能力研究 [J]. *食品研究与开发*, 2006, 27(10): 189-191.
- [7] Si J Y, Chen D H, Chang Q et al. Isolation and structure determination of flavonol glycosides from the fresh fruits of *Siraitia grosvenori* [J]. *Acta Pharm Sin*, 1994, 29(2): 158-160.
斯建勇, 陈迪华, 常琪, 等. 鲜罗汉果中黄酮甙的分离和结构测定 [J]. *药学学报*, 1994, 29(2): 158-160.
- [8] Zheng W J, Zhong Y, Sun J Y, et al. Chemical constituents from *Herba orostachyos* [J]. *Chin Trad Herb Drugs*, 2009, 40(6): 859-862.
郑万金, 仲英, 孙敬勇, 等. 瓦松的化学成分研究 [J]. *中草药*, 2009, 40(6): 859-862.
- [9] Chen R Y, Yu D Q. Studies on the chemical constituents of *Coniselinum vaginatum* Thell [J]. *Acta Pharm Sin*, 1995, 30(7): 526-530.
陈若芸, 于德泉. 新疆藜本有效成分研究 [J]. *药学学报*, 1995, 30(7): 526-530.
- [10] Islam T M, Tahara S. Dihydroflavonols from *Lannea coromandelica* [J]. *Phytochemistry*, 2000, 54(8): 901-907.
- [11] Feng S L, He L, Wang M, et al. Chemical constituents from the flower of *Lilium brownii* [J]. *China J Chin Mat Med*, 1994, 19(10): 611-612.
封士兰, 何兰, 王敏, 等. 百合花化学成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 1994, 19(10): 611-612.
- [12] Wei Y H, Zhang C Z, L C, et al. Chemical constituents of *Rheum glabricaulle* (I) [J]. *Chin Trad Herb Drugs*, 2004, 35(7): 732-734.
魏玉辉, 张承中, 李冲, 等. 光茎大黄化学成分研究(I) [J]. *中草药*, 2004, 35(7): 732-734.
- [13] Zhang C X, Li Y L, Hu Z F. Studies on the chemical constituents from *Herba Polygonum viviparum* L. [J]. *Nat Prod Res Dev*, 2005, 17(2): 177-178.
张彩霞, 李玉林, 胡凤祖. 珠芽蓼全草化学成分研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 2005, 17(2): 177-178.
- [14] Chi X, Guo M L, Song H, et al. Study on chemical constituents of *Celosia cristata* seeds [J]. *J Jilin Agri Univ*, 2010, 32(6): 657-660.
迟祥, 郭美丽, 宋慧, 等. 鸡冠花种子的化学成分研究 [J]. *吉林*

- 农业大学学报, 2010, 32(6): 657–660.
- [15] Chen X Q, Zhou X F, Liu D Y, et al. Chemical constituents from stem of *Thladiantha dubia* [J]. Chin Trad Herb Drugs, 2011, 42(10): 1929–1932.
陈显强, 周雪峰, 刘大有, 等. 赤菴茎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(10): 1929–1932.
- [16] Chen Q B, Shen Z S, Wei Z B, et al. Study on the pharmacological function of stimulate circulation to end stasis of flavone from *Momordica grosvenori* [J]. Guangxi Sci, 2005, 12(4): 316–319.
陈全斌, 沈钟苏, 韦正波, 等. 罗汉果黄酮的活血化瘀药理作用研究 [J]. 广西科学, 2005, 12(4): 316–319.
- [17] Chen J L, Liu J J. Research progress on quercetin-induced tumor cell apoptosis [J]. Med Reva, 2010, 16(1): 55–58.
陈景林, 柳建军. 槲皮素诱导肿瘤细胞凋亡的研究进展 [J]. 医学综述, 2010, 16(1): 55–58.
- [18] Huang J, Hu J H, Zhu Q G. Study on the pharmacological function of ferulic acid and derivative of ferulic acid [J]. J Chin Med Mat, 2001, 24(7): 522–526.
黄瑾, 胡晋红, 朱全刚. 阿魏酸及其衍生物的药理作用 [J]. 中草药, 2001, 24(7): 522–526.
- [19] Zhong F F, Li Y F, Chen Y, et al. Isolation and antibacterial activities of emodin from *Polygonum cuspidatum* [J]. J CS Univ Nati (Nat Sci), 2006, 25(1): 40–42.
钟芳芳, 李芸芳, 陈云, 等. 虎杖中大黄素的分离及抗菌活性的初步研究 [J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2006, 25(1): 40–42.
- [20] Ouyang D Y, Liu C Y, Zeng Y Y, et al. Anti-HIV-1 activity of five anthraquinone derivatives [J]. Chin J Pathophysiol, 2010, 26(6): 1187–1192.