

垂盆草的化学成分分离鉴定

李慧娟^{1,2}, 杜成林², 李娜^{1,2}, 王晓静^{2*}

(1. 济南大学 山东省医学科学院 医学与生命科学学院, 济南 250200;
2. 山东省医学科学院 药物研究所, 国家卫生部生物技术药物重点实验室,
山东省罕见病重点实验室, 济南 250062)

[摘要] 目的:对景天科植物垂盆草 *Sedum sarmentosum* 全草的化学成分进行分离并对分离得到的单体化合物进行结构鉴定。方法:取干燥垂盆草全草 15 kg,加 10 倍量 70% 乙醇加热回流提取 3 次,每次 2 h,合并滤液,浓缩得浸膏。经 200~300 目硅胶拌样后上硅胶柱,用石油醚-乙酸乙酯(100:1~98:2~9:1~7:3),二氯甲烷-甲醇(100:0~95:5~9:1~8:2~7:3~6:4)顺序进行梯度洗脱,得到 10 个部位。采用反复硅胶柱色谱,羟丙基葡聚糖凝胶柱色谱、反相 ODS 柱色谱、制备薄层色谱及重结晶的手段对石油醚-乙酸乙酯(98:2)部位、石油醚-乙酸乙酯(9:1)部位、二氯甲烷-甲醇(95:5)部位、二氯甲烷-甲醇(9:1)部位、二氯甲烷-甲醇(8:2)部位进行分离纯化,结合化合物理化常数和波谱数据分析来鉴定化合物结构。结果:从垂盆草中分离并鉴定出 12 个化合物,分别为 δ -香树脂醇(1), δ -香树脂酯(2),3-表- δ -香树脂醇(3), β -谷甾醇(4),木犀草素(5), α -香树脂醇(6),山柰素(7),金丝桃苷(8),芹菜素(9),香草酸(10),槲皮苷(11),胡萝卜苷(12)。结论:化合物 9,10 为首次从该属中分离得到,化合物 6,7 为首次从垂盆草中分离得到。

[关键词] 垂盆草; 化学成分; 结构鉴定

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)04-0076-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfx.2017040076

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20161130.0915.018.html>

[网络出版时间] 2016-11-30 9:15

Chemical Constituents of Sedi Herba

LI Hui-juan^{1,2}, DU Cheng-lin², LI Na^{1,2}, WANG Xiao-jing^{2*}

(1. School of Medicine and Life Sciences, University of Ji'nan-Shandong Academy of Medical Sciences, Ji'nan 250200, China; 2. Institute of Materia Medica, Shandong Academy of Medical Sciences, Key Laboratory for Biotech-Drugs Ministry of Health, Key Laboratory for Rare & Uncommon Diseases of Shandong Province, Ji'nan 250062, China)

[Abstract] **Objective:** To isolate the chemical constituents from Sedi Herba and identify the structure of the monomer compounds. **Method:** The 15 grams of the whole dry Sedi Herba was heated by 10 times the amount of 70% ethanol for 3 times (2 hours for each time) and the filtrate was combined to get the extracts. The extracts was mixed by 200-300 mesh silica gel and the elution was using petroleum ether-ethyl acetate (100:1-98:2-9:1-7:3) and dichloromethane-methanol (100:0-95:5-9:1-8:2-7:3-6:4) to get 10 sites. Silica gel, Sephadex LH-20, ODS, PTLC and recrystallization were used for the isolation and purification of chemical constituents of 5 sites. Their structures were identified on the basis of physico-chemical properties and spectral analysis. **Result:** Twelve compounds were isolated and their structures were identified as follows: δ -amyrin (1), δ -amyrione (2), 3-epi- δ -amyrin (3), β -sitosterol (4), luteolin (5), α -amyrin (6), kaempferide (7), hyperoside (8), apigenin

[收稿日期] 20160803(008)

[基金项目] 山东省医学科学院医药卫生科技创新工程项目

[第一作者] 李慧娟,在读硕士,从事天然药物化学研究,Tel:18766127336,E-mail:action1014@163.com

[通讯作者] *王晓静,研究员,硕士生导师,天然药物化学研究,Tel:0531-82629336,E-mail:xiaojing6@gmail.com

(9), vanillic acid (10), quercitrin (11), daucosterol (12). **Conclusion:** Compounds 9 and 10 were isolated from this genus for the first time, compounds 6 and 7 were isolated from Sedi Herba for the first time.

[**Key words**] Sedi Herba; chemical constituents; structure identification

垂盆草为景天科植物垂盆草的新鲜或干燥全草,收录在《中国药典》2015 年版一部,利湿退黄、清热解毒;用于治疗湿热黄疸,小便不利,痈肿疮疡,急、慢性肝炎等^[1]。肝炎是我国最突出的公共卫生问题之一,据报道,以乙型肝炎和丙型肝炎为主的慢性肝炎是目前影响我国人民生活并导致相关经济、社会问题的严重进展性疾病,尤其是乙型肝炎。研发疗效确切的护肝药物对于人们的生活和生产具有重要意义。垂盆草粗提取物具有显著的保肝活性,李清等^[2]通过建立乙醇灌胃造成酒精型肝损伤小鼠的模型,以高、低剂量的水煎液、联苯双酯(阳性组)给小鼠连续灌胃 10 d,结果表明垂盆草水提物可以抑制酒精所致的谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性的升高、肝匀浆丙二醛含量的升高,同时可扭转超氧化物歧化酶活性的降低,对乙醇致小鼠急性肝损伤具有保护作用。陈雨洁等^[3]研究了垂盆草乙酸乙酯和正丁醇部位及总黄酮提取物对体外状态下的人肝癌细胞株 HepG2,人结肠癌细胞株 SW480 及人食管癌细胞株 EC109 的增殖抑制作用,证实两种部位提取物和总黄酮提取物都有显著地抗肿瘤作用且总黄酮提取物抗肿瘤作用最强。经研究发现,垂盆草提取物还具有免疫调节作用,Woo 等^[4]采用 VPE₁₆ 和 CD4⁺ HeLa 细胞来筛选抗艾滋病病毒药物,研究发现垂盆草提取物对 gp120-CD4 有很强的交互抑制作用。苏振阳^[5-6]建立了 SD 雄性大鼠的跑台运动训练模型,结果发现垂盆草提取物可以显著延长大鼠跑台运动力竭时间,增强大鼠多种组织中腺苷三磷酸酶(ATPase)的活性,可使训练大鼠不同组织中 NO 含量升高并可抑制长期大强度训练引起的大鼠体重显著性下降趋势。除以上药理活性之外,垂盆草还具有血管紧张素转化酶抑制作用、抑菌作用、抗炎、抗氧化、延缓细胞衰老等作用。对于垂盆草化学成分的研究并不是特别系统和全面。方圣鼎等^[7]从垂盆草中分离得到可降低血清谷丙转氨酶作用的氰苷类成分——垂盆草苷。研究人员从垂盆草中分离得到了木犀草素,柠檬素,甘草素,苜蓿素,异甘草素,异鼠李素-7-葡萄糖苷,木犀草素-7-葡萄糖苷,甘草苷,柠檬素-3-葡萄糖苷,异甘草苷,异鼠李素-3,7-二葡萄糖苷,柠檬素-3,7-葡萄糖苷,苜蓿苷^[8],槲皮素-3-β-葡萄糖苷,槲皮素-3-O-α-(6-香豆素葡萄糖

基-β-1, 2-鼠李糖苷),山柰酚-3-α-阿拉伯糖苷,异鼠李素-3-β-葡萄糖苷,槲皮素-3-O-α-(6"-咖啡酰基葡萄糖-β-1,2-鼠李糖苷)^[9]。何爱民等^[10]从垂盆草中分离得到了 δ-香树脂醇,δ-香树脂酮,3-表-δ-香树脂醇,18-β-香树脂酮氢过氧化物 4 个三萜类成分以及 3β, 6β-豆甾-4-烯-3, 6-二醇,3β, 4α, 14α, 20R, 24R-4, 14-二甲基麦角甾-9(11)-烯-3-醇,β-谷甾醇 3 个甾醇类成分^[11]。国外研究人员对垂盆草中生物碱类成分进行研究,从垂盆草中分离得到了异石榴皮碱,3-甲酰-1,4-二羟基二氢吡喃,N-甲基-2β-羟丙基哌啶,二氢异石榴皮碱,消旋甲基异石榴皮碱等生物碱类化合物^[12-13]。潘金火等^[14]通过四氯化碳造模的方法,验证垂盆草总黄酮的保肝降酶作用,结果显示垂盆草中至少含有槲皮素、山柰素、木犀草素等 8 种物质的总黄酮成分,该总黄酮成分可使小鼠血清丙氨酸氨基转移酶(ALT)和天门冬氨酸氨基转移酶(AST)的含量显著降低,并对肝脏有明显的保护作用。为进一步对其开发利用,以期发现新的活性成分,本文对垂盆草的化学成分进行了系统分离及鉴定,从垂盆草全草中分离得到 12 个化合物,其中化合物 9,10 为首次从该属中分离得到,化合物 6,7 为首次从垂盆草中分离得到。

1 材料

AVATAR-330 型红外光谱仪(美国 Nicolet); 8453 型紫外-可见分光光度计,Trap VL 型质谱仪(TMS 为内标),1100 型高效液相色谱仪(美国 Agilent);Acance 6002 型核磁共振仪(德国 Bruker);柱色谱硅胶,薄层色谱硅胶 GF₂₅₄,硅胶 G,硅胶 H(青岛海洋化工厂),ODS(50 μm, YMC Co. Ltd.), LH-20 型羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20,上海拜利生物科技有限公司);其他试剂均为分析纯。

垂盆草采自安徽亳州,由山东省中医药大学周凤琴教授鉴定为景天属植物垂盆草 *Sedum sarmentosum* 的干燥全草。

2 提取与分离

取干燥垂盆草全草 15 kg,加 10 倍量 70% 乙醇加热回流提取 3 次,每次 2 h,合并滤液,浓缩得浸膏。200 ~ 300 目硅胶拌样,200 ~ 300 目硅胶装柱,上样后用石油醚-乙酸乙酯(100:1 ~ 98:2 ~ 9:1 ~ 7:3),二氯甲烷-甲醇(100:0 ~ 95:5 ~ 9:1 ~ 8:2 ~

7:3 ~ 6:4) 顺序进行梯度洗脱, 得到 10 个部位。将石油醚-乙酸乙酯(98:2) 部位、石油醚-乙酸乙酯(9:1) 部位分别以石油醚-乙酸乙酯(100:0 ~ 6:4) 系统经常压硅胶柱色谱进行梯度洗脱分别得到 8 个和 18 个馏分; 二氯甲烷-甲醇(95:5), 二氯甲烷-甲醇(9:1), 二氯甲烷-甲醇(8:2) 部位分别以二氯甲烷-甲醇(100:0 ~ 5:5) 系统经常压硅胶柱色谱进行梯度洗脱分别得到 34, 25, 13 个馏分。得到的馏分反复经硅胶柱, 凝胶柱, ODS 柱色谱, 重结晶及制备薄层色谱, 依次得到了化合物 **1**(30 700 mg), 化合物 **2**(11 098 mg), 化合物 **3**(11.6 mg), 化合物 **4**(15.7 mg), 化合物 **5**(19.8 mg), 化合物 **6**(19.0 mg), 化合物 **7**(10.1 mg), 化合物 **8**(36.7 mg), 化合物 **9**(10.7 mg), 化合物 **10**(11.0 mg), 化合物 **11**(23.7 mg), 化合物 **12**(15.6 mg)。化合物 **9, 10** 为首次从该属中分离得到, 化合物 **6, 7** 为首次从垂盆草中分离得到。

3 结构鉴定

化合物 **1** 无色针状结晶(二氯甲烷), ESI-MS m/z 427 $[M + H]^+$, 推测其相对分子质量为 426。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) δ : 38.83 (C-1), 27.37 (C-2), 79.04 (C-3), 38.83 (C-4), 55.33 (C-5), 18.43 (C-6), 34.85 (C-7), 41.00 (C-8), 50.71 (C-9), 37.28 (C-10), 21.74 (C-11), 26.49 (C-12), 134.38 (C-13), 44.65 (C-14), 25.02 (C-15), 36.64 (C-16), 34.56 (C-17), 133.18 (C-18), 39.38 (C-19), 33.31 (C-20), 35.42 (C-21), 38.66 (C-22), 28.07 (C-23), 17.69 (C-24), 15.49 (C-25), 16.36 (C-26), 21.33 (C-27), 24.07 (C-28), 32.35 (C-29), 23.77 (C-30)。以上数据与文献[10]报道的 δ -香树脂醇基本一致, 故鉴定该化合物为 δ -香树脂醇。

化合物 **2** 无色柱状结晶(二氯甲烷), ESI-MS m/z 425 $[M + H]^+$, 推测其相对分子质量为 424。 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) 显示有 8 个甲基单峰, δ 分别为: 0.70, 0.89, 0.94, 0.94, 1.02, 1.03, 1.09, 1.17; $^{13}\text{C-NMR}$ (CD_3OD , 100 MHz) δ : 39.67 (C-1), 34.14 (C-2), 218.35 (C-3), 47.27 (C-4), 54.82 (C-5), 19.85 (C-6), 29.71 (C-7), 40.92 (C-8), 50.00 (C-9), 36.95 (C-10), 22.28 (C-11), 26.50 (C-12), 134.09 (C-13), 44.71 (C-14), 25.08 (C-15), 36.58 (C-16), 34.10 (C-17), 133.64 (C-18), 39.38 (C-19), 33.34 (C-20), 35.41 (C-21), 38.70 (C-22), 26.94 (C-23), 21.05 (C-24), 17.66 (C-25), 16.31 (C-26), 21.26 (C-27), 24.09 (C-28), 32.36 (C-29),

23.80 (C-30)。以上数据与文献[10]报道的 δ -香树脂醇基本一致, 故鉴定该化合物为 δ -香树脂醇。

化合物 **3** 无色针状结晶(二氯甲烷), ESI-MS m/z 427 $[M + H]^+$, 推测其相对分子质量为 426。 $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) δ : 33.35 (C-1), 25.08 (C-2), 70.81 (C-3), 36.94 (C-4), 50.91 (C-5), 17.66 (C-6), 34.59 (C-7), 40.92 (C-8), 54.80 (C-9), 38.69 (C-10), 21.07 (C-11), 26.93 (C-12), 134.09 (C-13), 44.71 (C-14), 26.93 (C-15), 36.58 (C-16), 34.59 (C-17), 133.63 (C-18), 39.38 (C-19), 34.10 (C-20), 35.40 (C-21), 38.70 (C-22), 22.28 (C-23), 29.72 (C-24), 16.39 (C-25), 16.32 (C-26), 21.75 (C-27), 24.08 (C-28), 23.79 (C-29), 32.36 (C-30)。以上数据与文献[10]报道的 3-表- δ -香树脂醇基本一致, 故鉴定该化合物为 3-表- δ -香树脂醇。

化合物 **4** 无色针状结晶(甲醇), ESI-MS m/z 415 $[M + H]^+$, 推测其相对分子质量为 414。Liebermann-Burchard 反应呈阳性; 与 β -谷甾醇对照品共薄层, 多种展开系统下比移值均一致并且显示为单一斑点; 与 β -谷甾醇对照品混合物熔点不下降, 故鉴定该化合物为 β -谷甾醇。

化合物 **5** 淡黄色针状结晶(甲醇)。ESI-MS m/z 287 $[M + H]^+$, 285 $[M + H]^-$, 推测其相对分子质量为 286。 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{DMSO-}d_6$, 400 MHz) δ : 6.67 (1H, s, H-3), 12.98 (1H, s, 5-OH), 6.19 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.45 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 10.12 (1H, s, 7-OH), 7.03 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 9.49 (1H, s, 3'-OH), 10.82 (1H, s, 4'-OH), 7.02 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-5'), 7.42 (1H, dd, $J = 8.2, 1.8$ Hz, H-6'); $^{13}\text{C-NMR}$ ($\text{DMSO-}d_6$, 100 MHz) δ : 164.35 (C-2), 103.33 (C-3), 182.13 (C-4), 157.75 (C-5), 99.29 (C-6), 164.61 (C-7), 94.30 (C-8), 162.94 (C-9), 104.15 (C-10), 121.95 (C-1'), 113.83 (C-2'), 146.20 (C-3'), 150.71 (C-4'), 116.47 (C-5'), 119.46 (C-6')。以上数据与文献[8]报道的木犀草素基本一致, 故鉴定该化合物为木犀草素。

化合物 **6** 白色针状结晶(甲醇), ESI-MS m/z 427 $[M + H]^+$, 推测其相对分子质量为 426。 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) δ : 3.17 (1H, dd, $J = 8.0, 4.0$ Hz, H-3), 5 (1H, t, $J = 4.0$ Hz, H-12), 1.08, 0.94, 0.93, 0.86, 0.79, 0.72 (18H, s, $6 \times \text{CH}_3$), 1.00 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, H-29), 0.97 (3H, d, $J = 6.0$ Hz, H-30); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) δ : 38.57 (C-

1), 27.06 (C-2), 78.03 (C-3), 38.57 (C-4), 54.14 (C-5), 17.31 (C-6), 32.72 (C-7), 40.49 (C-8), 46.68 (C-9), 37.74 (C-10), 23.33 (C-11), 124.4 (C-12), 139.6 (C-13), 41.04 (C-14), 30.22 (C-15), 26.23 (C-16), 35.86 (C-17), 58.02 (C-18), 38.97 (C-19), 38.62 (C-20), 31.89 (C-21), 41.04 (C-22), 28.66 (C-23), 14.59 (C-24), 14.64 (C-25), 15.82 (C-26), 22.23 (C-27), 27.71 (C-28), 16.44 (C-29), 20.37 (C-30)。以上数据与文献[15]报道的 δ -香树脂醇基本一致,故鉴定该化合物为 δ -香树脂醇,为首次从垂盆草中分离得到。

化合物7 浅黄色粉末(甲醇),ESI-MS m/z 301 $[M + H]^+$,推测其相对分子质量为300。¹H-NMR (CD₃OD, 400 MHz) δ : 6.20 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-6), 6.38 (1H, d, $J = 2.5$ Hz, H-8), 8.10 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-2', H-6'), 6.90 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', H-5'), 3.31 (3H, s, 4'-OCH₃)。以上数据与文献[16]报道的山柰素基本一致,故鉴定该化合物为山柰素,为首次从垂盆草中分离得到。

化合物8 黄色粉末(甲醇),ESI-MS m/z 465 $[M + H]^+$,推测其相对分子质量为464。¹H-NMR (DMSO-*d*₆, 400 MHz) δ : 12.6 (1H, s, 5-OH), 6.21 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.41 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 7.52 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 6.82 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.68 (1H, dd, $J = 8.4, 2.2$ Hz, H-6'), 5.38 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, Glc-H-1''), 4.09 ~ 5.12 (4H, br s, Glc-2'' ~ 4'', 6''-OH)。以上数据与文献[17]报道的金丝桃苷基本一致,故鉴定该化合物为金丝桃苷。

化合物9 黄色粉末(甲醇),ESI-MS m/z 271 $[M + H]^+$,推测其相对分子质量为270。¹H-NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 6.76 (1H, s, H-3), 6.18 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-6), 6.50 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-8), 7.26 (2H, d, $J = 8.8$ Hz, H-3', 5'), 8.05 (2H, d, $J = 8.2$ Hz, H-2', 6'); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 169.31 (C-2), 105.07 (C-3), 182.28 (C-4), 162.01 (C-5), 98.89 (C-6), 164.28 (C-7), 94.05 (C-8), 158.01 (C-9), 104.07 (C-10), 121.39 (C-1'), 126.36 (C-2'), 116.75 (C-3'), 161.78 (C-4'), 116.75 (C-5'), 126.36 (C-6')。以上数据与文献[18]报道的芹菜素基本一致,故鉴定该化合物为芹菜素,为首次从该属植物中分离得到。

化合物10 白色结晶(甲醇),ESI-MS m/z 169 $[M + H]^+$, 167 $[M - H]^-$,推测其相对分子质量为

168。¹H-NMR (CD₃OD, 400 MHz) δ : 12.50 (1H, s, COOH), 3.89 (3H, s, OCH₃), 9.89 (1H, s, OH), 7.55 (1H, br s, H-2), 6.77 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5), 7.56 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6); ¹³C-NMR (CD₃OD, 100 MHz) δ : 168.61 (COOH), 54.97 (OCH₃), 121.70 (C-1), 112.38 (C-2), 151.26 (C-3), 147.25 (C-4), 114.63 (C-5), 123.88 (C-6)。以上数据与文献[19]报道的香草酸基本一致,故鉴定该化合物为香草酸,为首次从该属植物中分离得到。

化合物11 黄色针晶(甲醇),ESI-MS m/z 449 $[M + H]^+$,推测其相对分子质量为448。¹H-NMR (CD₃OD, 400 MHz) δ : 6.20 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-6), 6.37 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-8), 7.34 (1H, d, $J = 2.2$ Hz, H-2'), 6.91 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 7.32 (1H, dd, $J = 8.4, 2.2$ Hz, H-6'), 5.35 (1H, d, $J = 1.6$ Hz, Rha-H-1''), 4.22 (1H, br s, Rha-H-2''), 3.75 (1H, dd, $J = 9.3, 3.3$ Hz, Rha-H-3''), 3.32 (1H, dd, $J = 7.2, 2.1$ Hz, Rha-H-4''), 3.42 (1H, dq, $J = 9.8, 6.2$ Hz, Rha-H-5''), 0.95 (3H, d, $J = 6.2$ Hz, Rha-H-6''); ¹³C-NMR (CD₃OD, 100 MHz) δ : 157.12 (C-1), 134.48 (C-3), 178.25 (C-4), 161.81 (C-5), 98.40 (C-6), 164.46 (C-7), 93.31 (C-8), 157.91 (C-9), 104.50 (C-10), 121.56 (C-1'), 114.96 (C-2'), 145.01 (C-3'), 148.39 (C-4'), 115.53 (C-5'), 121.48 (C-6'), 102.14 (C-1''), 70.63 (C-2''), 70.71 (C-3''), 71.86 (C-4''), 70.56 (C-5''), 16.26 (C-6'')。以上数据与文献[20]报道的槲皮苷基本一致,故鉴定该化合物为槲皮苷。

化合物12 白色粉末(甲醇),ESI-MS m/z 577 $[M + H]^+$,推测其相对分子质量为576。Liebermann-Burchard反应呈阳性;红外光谱与胡萝卜苷的红外光谱相同;与胡萝卜苷对照品同一薄层色谱分析,多种展开系统下比移值均一致并且显示为单一斑点;与胡萝卜苷对照品混合物熔点不下降,故鉴定该化合物为胡萝卜苷。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 213.
[2] 李清, 刘姣, 曹秀莲, 等. 垂盆草水提取物的急性毒性实验和保肝作用研究[J]. 河北中医药学报, 2010, 25(4): 26-28.
[3] 陈雨洁, 林亲雄, 万定荣, 等. 景天属三种植物药不同提取部位及总黄酮抗肿瘤作用研究[J]. 中央民族大学学报, 2011, 20(2): 88-92.
[4] Woo E R, Kim H J, Kwak J H, et al. Inhibition of

- gp120-CD4 interaction by various plant extracts [J].
Phytomedicine, 1997, 4(1):53-58.
- [5] 苏振阳. 垂盆草对训练大鼠不同组织 ATPase 活性的影响 [J]. 北京体育大学学报, 2006, 29 (11): 1505-1507.
- [6] 苏振阳. 垂盆草对训练大鼠不同组织 NO 含量及运动能力影响的实验研究 [J]. 山东体育学院学报, 2007, 23(4):73-75.
- [7] 方圣鼎, 严修琼, 李静芳, 等. 有效成分垂盆草苷的分离与结构 [J]. 药学学报, 1997, 27:215.
- [8] 何爱民, 王明时. 垂盆草中的黄酮类成分 [J]. 中草药, 1997, 28(9): 517-521.
- [9] Oh H, KANG D H, Kwon J W, et al. Isolation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory flavonoids from *Sedum sarmentosum* [J]. Biol Pharm Bull, 2004, 27(12): 2035-2037.
- [10] HE A M, WANG M S, HAO H Y, et al. Hepatoprotective triterpenes from *Sedum sarmentosum* [J]. Phytochemistry, 1998, 49(8): 2607-2610.
- [11] 何爱民, 郝红艳, 王明时, 等. 垂盆草中的甾醇类化合物 [J]. 中国药科大学学报, 1997, 28 (5): 271-274.
- [12] Marion L. A new occurrence of *dl*-methylisopelletierine [J]. Can J Res(B), 1949, 27: 215.
- [13] Kim J H, Hart H T, Stenvens J F. Alkaloids of some asian sedum species [J]. Phyto Chemistry, 1996, 41 (5): 1319-1324.
- [14] 潘金火, 潘萍. 垂盆草总黄酮的保肝降酶作用及其化学成分的鉴别研究 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21 (8): 1930-1934.
- [15] 项昭保, 陈海生, 陈薇, 等. 橄榄中三萜类化学成分研究 [J]. 中成药, 2009, 31(12): 1904-1905.
- [16] 黄洪波, 包文芳, 杨芳芳, 等. 灯盏花的化学成分研究 [J]. 沈阳药科大学学报, 2001, 18(4): 266-268.
- [17] 闫志慧, 陈立书, 朱全飞, 等. 藏药柳茶叶乙醇水提取物中化学成分的鉴定 [J]. 应用化学, 2014, 31 (2): 237-241.
- [18] 李晓强, 武静莲, 曹斐华, 等. 白花泡桐叶化学化学成分的研究 [J]. 中药材, 2008, 31(6): 850-852.
- [19] 卢星原, 孙启时, 查美娜, 等. 辽藁本化学成分分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2010, 27(6): 434-435.
- [20] 戴好富, 梅文莉, 吴娇, 等. 红树植物瓶花木的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2006, 41 (19): 1452-1453.

[责任编辑 顾雪竹]