

## 芪苈强心胶囊的化学成分(三)

乔莉<sup>1,2</sup>, 王宗权<sup>2</sup>, 蔡艳<sup>2</sup>, 孟作环<sup>2</sup>, 王贵金<sup>2</sup>, 贾继明<sup>2\*</sup>, 宋剑<sup>2</sup>

(1. 河北中西医结合医药研究院, 石家庄 050035; 2. 河北以岭医药研究院有限公司, 石家庄 050035)

**[摘要]** **目的:**研究复方中药芪苈强心胶囊的化学成分,从而明确芪苈强心胶囊的药效物质基础。**方法:**使用硅胶柱色谱、凝胶柱色谱、中低压液相色谱和制备高效液相色谱等手段,对芪苈强心胶囊大孔树脂95%,50%,30%醇洗部分的化学成分进行分离和鉴定。**结果:**从这三段洗脱物中分离纯化得到10个单体化合物。利用1D,2D核磁共振光谱全部鉴定了其结构。分别为人参皂苷Rd(1),20(S)-人参皂苷Rh<sub>1</sub>(2),20(S)-人参皂苷Rg<sub>2</sub>(3),毛蕊异黄酮(4),杠柳苷 $\Delta^5$ -pregnene-3 $\beta$ ,20(S)-diol-20-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-digitalopyranoside(5),黄芪皂苷I(6),山柰酚-3-O- $\beta$ -D-芸香苷(7),橙皮苷(8),迷迭香酸甲酯(9),迷迭香酸乙酯(10)。**结论:**化合物1~6,8~10均为首次从芪苈强心胶囊中分离得到。

**[关键词]** 芪苈强心胶囊;化学成分;分离;核磁共振光谱

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)13-0106-04

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2014130106

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20140513.1511.012.html>

**[网络出版时间]** 2014-05-13 15:11

## Chemical Components from Qili Qiangxin Capsule ( III )

QIAO Li<sup>1,2</sup>, WANG Zong-quan<sup>2</sup>, CAI Yan<sup>2</sup>, MENG Zuo-huan<sup>2</sup>, WANG Gui-jin<sup>2</sup>, JIA Ji-ming<sup>2\*</sup>, SONG Jian<sup>2</sup>

(1. Department of Collateral Theory, Combination of Traditional Chinese Medicine with

Western Medicine Academy of Heibei, Shijiazhuang 050035, China;

2. Yiling Medical Research Academy. Co, Shijiazhuang 050035, China)

**[Abstract]** **Objective:** To study the chemical components of Qili Qiangxin capsule and to prove its material basis for efficacy. **Method:** The compounds were isolated from fractions eluted by 95% ethanol, 50%

**[收稿日期]** 20130703(010)

**[基金项目]** 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2012CB518606);国家青年科学基金项目(81102768)

**[第一作者]** 乔莉,高级工程师,博士,从事中药有效成分研究工作,Tel:0311-85901304,E-mail:ql200207@163.com

**[通讯作者]** \*贾继明,Tel:0311-85901304,E-mail:jjm\_0451@163.com

[5] 郜嵩,浮光苗,范丽华,等.单刀根化学成分的研究[J].中国天然药物,2005,3(3):144.

[6] Kanchanapoom T, Chumsri P, Kasai R, et al. Lignan and megastigmane glycosides from *Sauropusandrogynus* [J]. Phytochemistry, 2003, 63(8):985.

[7] Hideaki O, Hirata E, Shinzato T, et al. Stereochemistry of megastigmane glucosides from *Glochidion zeylanicum* and *Alangium premnifolium* [J]. Phytochemistry, 2003, 62(5):763.

[8] Jia L, A Y M, Jing L L, et al. Three new flavonoid glycoside from *Urena lobata* [J]. J Asian Nat Prod Res,

2011,13(10):907.

[9] Kumar M, Ahmad A, Rawat P, et al. Antioxidant flavonoid glycosides from *Evolvulus alsinoides* [J]. Fitoterapia, 2010, 81(4):234.

[10] Braca A, Politi M, Sanogo R, et al. Chemical composition and antioxidant activity of phenolic compounds from wild and cultivated *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae) Leaves [J]. Agric Food Chem, 2003, 51(23):6689.

[责任编辑 邹晓翠]

ethanol and 30% ethanol on silica gel, sephadex LH-20, MPLC and PHPLC repeatedly. **Result:** Ten compounds were isolated and their structures were elucidated on the basis of chemical methods and spectral analyses. They were identified as ginsenoside Rd (**1**), 20 (S)-ginsenoside Rh<sub>1</sub> (**2**), 20 (S)-ginsenoside Rg<sub>2</sub> (**3**), calycosin (**4**),  $\Delta^5$ -pregnene-3 $\beta$ , (S)-diol-20-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-digitalopyranoside (**5**), astragaloside I (**6**), kaempferol-3-O- $\beta$ -D-rutinoside (**7**), narirutin (**8**), methyl rosmarinat (**9**) and ethyl rosmarinat (**10**). **Conclusion:** The compounds **1-6**, **8-10** are identified from Qili Qiangxin capsule for the first time.

[**Key words**] Qili Qiangxin capsule; chemical components; isolate; nuclear magnetic resonance

芪苈强心胶囊是近年来在国内首先运用络病理论指导研发的治疗慢性充血性心力衰竭的中药新药,是中医药防治心血管疾病的重大创新。其组成为黄芪、附子、人参、丹参、葶苈子、泽泻、红花、玉竹、陈皮、桂枝、香加皮等 11 味中草药<sup>[1]</sup>。在前期的工作中,已对芪苈强心胶囊乙醇梯度洗脱物的化学成分进行了系统的分离和纯化。从中分离得到 29 个单体化合物,利用核磁共振光谱并参照文献数据,确定了它们的结构<sup>[2]</sup>。本文继续对芪苈强心胶囊进行了化学成分的研究。

## 1 药物与仪器

芪苈强心胶囊由石家庄以岭药业提供,批号 100201。

Inova-SYS-600 型核磁共振波谱仪(美国 Varian 公司),QTrap 3200 型质谱仪(美国 AB Sciex 公司),IFS-55 型红外分光光度计(瑞士 Bruker 公司),YRT-3 型熔点仪(均为天津大学精密仪器厂生产),薄层色谱硅胶(青岛海洋化工厂),RP-C<sub>18</sub>反相材料(日本 YMC 公司),Sephadex LH-20 (Amersham Pharmacia Biotech),254,365 nm 紫外灯检测,10% 硫酸-乙醇溶液喷雾显色。

## 2 分离和纯化

芪苈强心胶囊内容物 500 g 溶于 5 L 蒸馏水,质量浓度 0.4 g·mL<sup>-1</sup>,静置过夜滤去沉淀,上 AB-8 型大孔树脂柱,依次以水、10% 乙醇、30% 乙醇、50% 乙醇、70% 乙醇和 95% 乙醇梯度各洗脱 5 倍柱体积(30 L),回收溶剂得到各段浸膏:10% 乙醇部分 39.8 g,30% 乙醇部分 23.6 g,50% 乙醇部分 19.2 g,70% 乙醇部分 4.7 g,95% 乙醇部分 3.7 g。50% 醇洗部分浸膏 19.2 g 以甲醇 200 mL 溶解,每次 50 mL 上样,乙腈-水系统梯度洗脱,合并同梯度流分。将收集到的组分分别以适宜的流动相条件进行制备高效液相分离纯化,得到化合物 **1**(3.23 mg),**2**(10.22 mg),**3**(12.53 mg),**4**(3.52 mg),**5**(4.11 mg)。25 g 硅胶 H 装中低压液相色谱柱,95% 醇洗

部分浸膏 3.7 g 以甲醇溶解,6 g 薄层硅胶 H 拌样,挥干,上样,以石油醚-丙酮系统梯度洗脱,得到 5 个组分 Fr.1~Fr.5。将这 5 个组分分别以适宜的流动相条件进行制备高效液相分离纯化,得到化合物 **6**(2.98 mg)。30% 醇洗部分浸膏 23.6 g 以水溶解,过滤,上凝胶柱,以 30% 乙醇洗脱,收集各段流出物,利用高效液相分析和制备得到化合物 **7**(2.66 mg),**8**(70.55 mg),**9**(3.12 mg)和 **10**(2.21 mg)。

## 3 结构鉴定

化合物 **1** 白色粉末(甲醇),mp 203~205 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性。<sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 40.2(C-1), 27.2(C-2), 91.3(C-3), 40.6(C-4), 57.5(C-5), 19.2(C-6), 35.8(C-7), 41.0(C-8), 51.0(C-9), 37.9(C-10), 31.0(C-11), 71.5(C-12), 49.8(C-13), 52.5(C-14), 31.6(C-15), 27.2(C-16), 53.1(C-17), 17.2(C-18), 16.7(C-19), 84.9(C-20), 22.9(C-21), 36.6(C-22), 24.2(C-23), 125.8(C-24), 132.3(C-25), 25.9(C-26), 16.3(C-27), 28.4(C-28), 16.7(C-29), 18.0(C-30), 104.5(3-Glc, C-1'), 84.9(C-2'), 78.5(C-3'), 71.9(C-4'), 78.3(C-5'), 62.8(C-6'), 105.4(2'-Glc, C-1''), 77.7(C-2''), 81.1(C-3''), 71.6(C-4''), 78.3(C-5''), 62.5(C-6''), 98.1(20-Glc, C-1'''), 75.4(C-2'''), 78.2(C-3'''), 71.9(C-4'''), 77.9(C-5'''), 63.1(C-6''')。NMR 数据与文献报道的人参皂苷 Rd 值一致<sup>[3]</sup>。

化合物 **2** 无色羽状结晶(甲醇),10% 硫酸乙醇显紫色斑点,mp 256~258 °C, Liebermann-Burchard 反应呈阳性。<sup>13</sup>C-NMR(150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 40.2(C-1), 28.1(C-2), 79.1(C-3), 40.5(C-4), 61.8(C-5), 77.7(C-6), 45.4(C-7), 41.9(C-8), 50.9(C-9), 40.4(C-10), 31.9(C-11), 71.7(C-12), 48.6(C-13), 52.5(C-14), 30.8(C-15), 27.4(C-16), 55.1(C-17), 17.6(C-18), 17.8(C-19), 74.4(C-20), 26.5(C-21), 36.3(C-22), 23.3(C-23),

126.2 (C-24), 130.9 (C-25), 25.9 (C-26), 17.7 (C-27), 31.4 (C-28), 16.1 (C-29), 17.0 (C-30), 105.6 (6 $\alpha$ -Glc, C-1'), 75.5 (C-2'), 81.0 (C-3'), 72.1 (C-4'), 79.9 (C-5'), 62.9 (C-6')。NMR 数据与文献报道的 20(S)-人参皂苷 Rh<sub>1</sub> 一致<sup>[4]</sup>。

化合物 3 无色结晶(甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性, 10% 硫酸乙醇显紫色斑点, mp 182 ~ 184 °C, ESI-MS 给出准分子离子峰 785.5 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 40.3 (C-1), 27.4 (C-2), 78.2 (C-3), 40.4 (C-4), 61.4 (C-5), 74.4 (C-6), 46.1 (C-7), 42.0 (C-8), 50.6 (C-9), 40.3 (C-10), 32.0 (C-11), 72.0 (C-12), 48.5 (C-13), 52.6 (C-14), 32.1 (C-15), 26.5 (C-16), 55.1 (C-17), 17.7 (C-18), 17.7 (C-19), 72.3 (C-20), 27.5 (C-21), 36.3 (C-22), 23.3 (C-23), 126.2 (C-24), 132.0 (C-25), 25.9 (C-26), 17.1 (C-27), 31.9 (C-28), 17.3 (C-29), 17.3 (C-30), 101.6 (6 $\alpha$ -Glc, C-1'), 78.2 (C-2'), 79.8 (C-3'), 72.1 (C-4'), 79.2 (C-5'), 63.2 (C-6'), 101.6 (Rha, C-1''), 72.2 (C-2''), 74.0 (C-3''), 74.9 (C-4''), 69.7 (C-5''), 18.0 (C-6'')。NMR 数据与文献报道的 20(S)-人参皂苷 Rg<sub>2</sub> 一致<sup>[5]</sup>。

化合物 4 淡黄色粉末(甲醇), mp 257 ~ 259 °C, <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 3.78 (3H, s, OCH<sub>3</sub>), 6.93 (2H, brs, H-5', 6'), 7.07 (1H, s, H-2'), 7.95 (1H, d, *J* = 9.0 Hz, H-5), 8.27 (1H, s, H-2)。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 153.0 (C-2), 124.7 (C-3), 174.5 (C-4), 127.3 (C-5), 115.1 (C-6), 162.5 (C-7), 103.4 (C-8), 157.4 (C-9), 116.6 (C-10), 123.3 (C-1'), 116.4 (C-2'), 146.0 (C-3'), 147.5 (C-4'), 111.9 (C-5'), 119.7 (C-6'), 55.6 (C-4'-OCH<sub>3</sub>)。NMR 数据与文献报道的毛蕊异黄酮一致<sup>[6]</sup>, 鉴定为毛蕊异黄酮。

化合物 5 无色晶体(甲醇), Liebermann-Burchard 反应呈阳性, mp 186 ~ 188 °C, IR  $\nu_{\max}$  (KBr) cm<sup>-1</sup>: 3 400, 2 970, 2 940, 1 760, 1 740, 1 040。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 32.8 (C-1), 30.2 (C-2), 90.3 (C-3), 42.8 (C-4), 53.1 (C-5), 80.1 (C-6), 35.2 (C-7), 46.2 (C-8), 22.1 (C-9), 29.9 (C-10), 26.6 (C-11), 34.1 (C-12), 46.0 (C-13), 46.8 (C-14), 47.1 (C-15), 73.7 (C-16), 58.9 (C-17), 20.8 (C-18), 28.5 (C-19), 88.4 (C-20), 27.0 (C-21), 35.5 (C-22), 26.8 (C-23), 82.6 (C-24), 71.8 (C-25), 27.6 (C-26), 28.4 (C-27), 29.9

(C-28), 16.6 (C-29), 20.2 (C-30), 104.7 (3-Xyl, C-1'), 74.6 (C-2'), 77.0 (C-3'), 69.3 (C-4'), 66.5 (C-5'), 171.4 (C-2'-C = O), 21.0 (C-2'-C = O-CH<sub>3</sub>), 172.1 (C-4'-C = O), 21.4 (C-4'-C = O-CH<sub>3</sub>), 104.9 (6-Glc, C-1''), 75.6 (C-2''), 78.6 (C-3''), 72.5 (C-4''), 77.7 (C-5''), 63.0 (C-6'')。NMR 数据与文献报道的黄芪皂苷 I 一致<sup>[7]</sup>, 经与对照品对照鉴定为黄芪皂苷 I。

化合物 6 淡黄色固体(甲醇), ESI-MS 给出准分子离子峰 *m/z* 803 [M + H]<sup>+</sup>, 结合 NMR 图谱推断分子式为 C<sub>40</sub>H<sub>66</sub>O<sub>16</sub>。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 38.5 (C-1), 33.1 (C-2), 71.8 (C-3), 43.0 (C-4), 142.2 (C-5), 122.5 (C-6), 33.1 (C-7), 32.3 (C-8), 51.7 (C-9), 37.7 (C-10), 22.0 (C-11), 40.3 (C-12), 42.6 (C-13), 58.9 (C-14), 28.1 (C-15), 25.3 (C-16), 58.0 (C-17), 13.0 (C-18), 19.0 (C-19), 83.1 (C-20), 23.7 (C-21), 104.1 (20-O-Dig, C-1'), 76.4 (C-2'), 85.5 (C-3'), 68.3 (C-4'), 72.4 (C-5'), 17.0 (C-6'), 57.0 (C-3'-OCH<sub>3</sub>), 104.6 (4'-O-Glc, C-1''), 75.4 (C-2''), 77.7 (C-3''), 71.3 (C-4''), 77.2 (C-5''), 69.8 (C-6''), 104.6 (6''-O-Glc, C-1'''), 76.2 (C-2'''), 77.8 (C-3'''), 72.0 (C-4'''), 77.7 (C-5'''), 62.9 (C-6''')。NMR 数据与文献报道的杠柳苷  $\Delta$ 5-pregnene-3 $\beta$ , 20(S)-diol-20-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-digitalopyranoside 一致<sup>[8]</sup>。

化合物 7 白色针晶(甲醇), ESI-MS 给出准分子离子峰 *m/z* 595.5 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 1.06 (3H, s, H-6''), 4.45 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1''), 5.07 (1H, d, *J* = 7.8 Hz, H-1'), 6.83 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-3', 5'), 6.35 (1H, s, H-8), 6.16 (1H, s, H-6), 8.00 (2H, d, *J* = 8.4 Hz, H-2', 6')。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 158.6 (C-2), 166.3 (C-3), 179.4 (C-4), 161.5 (C-5), 95.0 (C-6), 158.6 (C-7), 104.6 (C-8), 159.4 (C-9), 116.1 (C-10), 122.8 (C-1'), 116.1 (C-2'), 132.4 (C-3'), 163.0 (C-4'), 132.4 (C-5'), 116.1 (C-6'), 100.0 (C-1''), 75.8 (C-2''), 78.2 (C-3''), 71.4 (C-4''), 77.2 (C-5''), 69.7 (C-6''), 102.4 (C-1'''), 72.3 (C-2'''), 72.1 (C-3'''), 73.9 (C-4'''), 68.6 (C-5'''), 17.9 (C-6''')。NMR 数据与文献报道的山柰酚-3-O-芸香苷一致<sup>[9]</sup>, 鉴定为山柰酚-3-O-芸香苷。

化合物 8 黄色粉末(甲醇), 254 nm 下有暗斑, 10% 硫酸乙醇显棕黄色斑点, 不易溶于甲醇, mp

257 ~ 260 °C。ESI-MS  $m/z$ : 611 [M + H]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, DMSO-*d*<sub>6</sub>)  $\delta$ : 1.08 (3H, d,  $J$  = 6.0 Hz, H-6<sup>m</sup>), 2.61 (1H, dd,  $J$  = 17.4, 3.0 Hz, H-3), 3.17 (1H, m, H-3), 4.52 (1H, s, H-1<sup>m</sup>), 5.37 (1H, m, H-2), 6.14 (2H, dd,  $J$  = 14.4, 2.4 Hz, H-6, 8)。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 78.4 (C-2), 43.2 (C-3), 197.1 (C-4), 164.5 (C-5), 96.6 (C-6), 166.5 (C-7), 96.4 (C-8), 163.4 (C-9), 104.3 (C-10), 132.1 (C-1'), 115.3 (C-2'), 149.1 (C-3'), 148.4 (C-4'), 112.3 (C-5'), 118.1 (C-6'), 101.6 (7-Glc, C-1<sup>m</sup>), 72.8 (C-2<sup>m</sup>), 77.5 (C-3<sup>m</sup>), 69.8 (C-4<sup>m</sup>), 74.6 (C-5<sup>m</sup>), 67.3 (C-6<sup>m</sup>), 102.5 (4<sup>m</sup>-Rha, C-1<sup>m</sup>), 71.3 (C-2<sup>m</sup>), 72.1 (C-3<sup>m</sup>), 72.1 (C-4<sup>m</sup>), 69.8 (C-5<sup>m</sup>), 18.6 (C-6<sup>m</sup>)。NMR 数据与文献报道的橙皮苷一致<sup>[10]</sup>, 经与对照品对照鉴定为橙皮苷。

化合物 9 淡黄色粉末(甲醇), ESI-MS  $m/z$  373 [M - H]<sup>-</sup>, <sup>1</sup>H-NMR (600 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 7.49 (1H, d,  $J$  = 15.6 Hz, H-3'), 6.98 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-5'), 6.90 (1H, d,  $J$  = 8.4 Hz, H-8'), 6.73 (1H, d,  $J$  = 1.8 Hz, H-5), 6.72 (1H, dd,  $J$  = 7.8, 1.8 Hz, H-9') 6.65 (1H, d,  $J$  = 7.8 Hz, H-8), 6.51 (1H, dd,  $J$  = 7.8, 1.8 Hz, H-9), 6.20 (1H, d,  $J$  = 15.6 Hz, H-2'), 3.64 (3H, s, H-10)。<sup>13</sup>C-NMR (150 MHz, CD<sub>3</sub>OD)  $\delta$ : 172.2 (C-1), 75.5 (C-2), 37.9 (C-3), 128.8 (C-4), 117.5 (C-5), 146.8 (C-6), 145.4 (C-7), 116.5 (C-8), 121.8 (C-9), 52.7 (C-10), 168.1 (C-1'), 115.2 (C-2'), 147.9 (C-3'), 127.6 (C-4'), 114.1 (C-5'), 146.2 (C-6'), 149.8 (C-7'), 116.3 (C-8'), 123.2 (C-9')。NMR 数据与文献报道的迷迭香酸甲酯一致<sup>[11]</sup>, 鉴定为迷迭香酸甲酯。

化合物 10 淡黄色粉末(甲醇), ESI-MS 给出准分子离子峰  $m/z$  387 [M - H]<sup>-</sup>。其 NMR 数据与化合物 9 极为相似, 碳谱仅在高场处的  $\delta$ 52.7 变为  $\delta$ 62.4, 并多出一个  $\delta$ 14.4 的 CH<sub>3</sub> 基团, 推断为迷迭香酸乙酯。经与文献<sup>[11]</sup>对照一致, 鉴定为迷迭香酸乙酯。

#### 4 小结与讨论

对分离获得的 10 个单体化合物进行了抗心力衰竭的细胞药理学筛选研究, 结果表明化合物 2 ~ 3, 5 ~ 8 对 HUVEC 生存率的影响较小, 作用相对稳定, 下一步将对这 6 个化合物在缺血缺氧条件下, 利用 HUVEC 及心肌细胞株两种细胞进行体外抗心力衰竭的细胞药理学筛选研究。

近年来, 随着中药重要性的日渐提升, 对于中药复方药效物质基础的研究已越加深入, 本文对于芪蒯强心胶囊的化学成分进行了分离纯化, 获得了 10 个单体化合物, 为进一步研究其产生药效的活性物质提供了帮助。

#### [参考文献]

- [1] 吴以岭. 络病学 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2006: 184.
- [2] 乔莉, 王宗权, 孟作环, 等. 芪蒯强心胶囊的化学成分研究(二)[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(21): 295.
- [3] 曾江, 崔秀明, 周家明, 等. 三七根茎的化学成分研究[J]. 中药材, 2007, 30(11): 1388.
- [4] 庾石山, 张东明, 浮光苗. 实用天然产物手册: 皂苷 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 166.
- [5] 杨秀伟. 20(R) 和 20(S)-人参皂苷-Rg<sub>2</sub> 碳氢 NMR 信号全指定[J]. 波谱学杂志, 2000, 17(1): 9.
- [6] 杨光忠, 陈玉, 王晓琼, 等. 毛蕊异黄酮 2D-NMR 的研究[J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2006, 25(3): 36.
- [7] 卞云云, 管佳, 毕志明, 等. 蒙古黄芪的化学成分研究[J]. 中国药理学杂志, 2006, 41(16): 1217.
- [8] 殷志琦, 王磊, 张晓琦, 等. 香加皮中甾体类化学成分研究[J]. 中国药理学杂志, 2009, 44(13): 968.
- [9] 刘亦训, 余河水, 康利平, 等. 芪蒯强心胶囊活性部位中的组成成分研究[J]. 中草药, 2010, 41(7): 1060.
- [10] 张正付, 边宝林, 杨健, 等. 茉莉根化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(3): 237.
- [11] 张正付. 滇丹参抗 HIV 有效部位化学成分及质量控制的研究[D]. 北京: 中国协和医科大学, 2007.
- [12] 乔莉, 王宗权, 贾继明, 等. 芪蒯强心胶囊的化学成分研究(一)[J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(6): 1240.

[责任编辑 邹晓翠]