

· 药学 ·

小花草玉梅化学成分研究

丁 愉¹² 刘 丹³ 赵 璠⁴ 汤海峰^{1△} 赵 美¹

(1 第四军医大学西京医院药剂科 陕西 西安 710032 2 沈阳军区大连疗养院 辽宁 大连 116013 ;

3 解放军第 210 医院药剂科 辽宁 大连 116012 ; 榆林市中医医院药剂科 陕西 榆林 719000)

摘要 目的 : 研究银莲花属植物小花草玉梅的化学成分。方法 : 采用硅胶柱色谱、凝胶柱色谱、反相柱色谱并结合制备高效液相色谱等技术分离纯化单体化合物, 并根据理化性质及光谱数据鉴定结构。结果 : 分离并鉴定了 4 个化合物, 分别是常春藤皂苷元-28-O-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (1)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-齐墩果酸皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (2)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (3) 和 3-O-β-D-吡喃核糖-(1→3)-α-L-吡喃鼠李糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (4)。结论 : 化合物 1 为首次从银莲花属植物中分离得到, 2-4 为首次从小花草玉梅中分离得到。

关键词 小花草玉梅; 皂苷; 银莲花; 化学成分

中图分类号: R284.2 文献标识码: A 文章编号: 1673-6273(2011)08-1569-04

Triterpenoid Saponins from *Anemone rivularis* var. *flore-minore*DING Yu^{1,2}, LIU Dan³, ZHAO Fan⁴, TANG Hai-feng^{1△}, ZHAO Mei¹

(1 Department of Pharmacy, Xijing Hospital, Fourth Military Medical University, Xi'an, 710032, P.R. China ;

2 Department of Pharmacy, Dalian Sanatorium of Shenyang Military Region, Dalian, 116013, P. R. China ;

3 Department of Pharmacy, 210th Hospital of People's Liberation Army, Dalian, 116012, P. R. China;

4 Department of Pharmacy, Yulin Traditional Chinese Hospital, Yulin, 719000, P.R. China)

ABSTRACT Objective: To investigate the chemical constituents of *Anemone rivularis* var. *flore-minore* Maxim. **Methods:** The chemical constituents of the *Anemone rivularis* var were isolated and purified by various chromatographic methods, and then the structures were identified by physicochemical properties and spectral analysis. **Results:** Four compounds were identified as hederagenin-28-O-β-D-glucopyranosyl ester (1), 3-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-α-L-arabinopyranosyl-oleanolic acid-28-O-α-L-rhamnopyranosyl-(1→4)-β-D-glucopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranosyl ester (2), 3-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-α-L-arabinopyranosyl-hederagenin-28-O-α-L-rhamnopyranosyl-(1→4)-β-D-glucopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranosyl ester (3), 3-O-β-D-ribosepyranosyl-(1→3)-α-L-rhamnopyranosyl-(1→2)-α-L-arabinopyranosyl-hederagenin-28-O-α-L-rhamnopyranosyl-(1→4)-β-D-glucopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranosyl ester (4), on the basis of NMR spectra. **Conclusion:** compound 1 was isolated from *Anemone* for the first time and 2-4 were isolated from *Anemone rivularis* var. *flore-minore* Maxim. for the first time.

Key Words: *Anemone rivularis* var. *flore-minore*; *Anemone*; Saponin; Chemical constituent

Chinese Library Classification(CLC):R284.2 Document code:A

Article ID:1673-6273(2011)08-1569-04

前言

小花草玉梅 (*Anemone rivularis* var. *flore-minore* Maxim.) 为毛茛科银莲花属植物, 主要分布于我国青海、甘肃、陕西、宁夏、山西、河北等省, 秦岭南北坡药源充足。《宁夏中草药手册》记载小花草玉梅根茎药用, 治疗肝炎、筋骨疼痛等症^[1-2]。近年来研究表明, 银莲花属植物具有显著地抗肿瘤、抑菌和免疫抑制等作用^[3-6], 但小花草玉梅的成分结构尚未见报道。本文旨在首次揭示小花草玉梅中的化学成分, 为其进一步研究开发提供参考。利用硅胶柱层析、凝胶柱层析和制备高效液相色谱等多种分离方法, 本研究从陕西秦岭北坡采集的小花草玉梅全草中

分离得到 4 个三萜皂苷成分, 通过化学及波谱学方法鉴定了这些化合物的结构, 分别为: 常春藤皂苷元-28-O-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (1)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-齐墩果酸皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (2)、3-O-β-D-吡喃葡萄糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (3) 和 3-O-β-D-吡喃核糖-(1→3)-α-L-吡喃鼠李糖-(1→2)-α-L-吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28-O-α-L-吡喃鼠李糖-(1→4)-β-D-吡喃葡萄糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖酯苷 (4)。其中化合物 1 为首次从银莲花属植物中分离得到, 2-4 为首次从小花草玉梅中分离得到。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂和药材

ESI-MS 为 Micromass 公司 Quattro 质谱仪, GC-MS 为 Agilent 公司气相色谱-质谱联用仪, 配 HP-1 石英毛细管色谱

作者简介: 丁愉(1984-), 男, 药师, 硕士硕士生, 主要研究方向:

天然药物化学 电话: 13379003681 E-mail: dingyu_dingyu@163.com

△通讯作者: 汤海峰 E-mail: tanghaifeng71@163.com

(收稿日期: 2011-01-23 接受日期: 2011-02-18)

柱(30 m×0.32 mm I.D., 0.25 μm) ;NMR 为 Bruker AVANCE 500 型超导核磁共振仪 ;高效液相色谱(HPLC)为戴安 P680(P680 系列单泵、UV-VIS 检测器、CHROMELON 工作站) ;分析型色谱柱为反相色谱柱 [Hypersil ODS (10μm, 4.6 mm×250 mm I. D.) ,依利特 ;YMC-Pack R&D ODS-A, 5 μm, 4.6 mm×250 mm I. D.] ,制备型色谱柱为反相色谱柱 [YMC-Pack C₁₈, 5 μm, 250 mm×20 mm I.D.]。柱色谱用硅胶(100-140 目 ,200-300 目) ,薄层色谱用硅胶 H 均为青岛海洋化工厂产品 ;Merck 公司 RP-18 高效薄层预制板 ,Sephadex[®] LH-20 为 Pharmacia 公司产品 ,汽代试剂为 Merck 公司产品 ;色谱纯甲醇为天津科米欧公司产品 ;其它分析纯化学试剂为天津市富宇精细化工有限公司产品 ;显色剂 20%硫酸 / 乙醇溶液。小花草玉梅采自秦岭北坡 ,由陕西中医学院王继涛教授鉴定。

1.2 实验方法

小花草玉梅全草干燥粗粉 7.7 kg ,用 70%乙醇(3× 61 L)回流提取 3 次 ,合并提取液 ,减压回收得浸膏 1.8 kg。加入适量水分散后 ,依次用石油醚和水饱和正丁醇萃取。

水饱和正丁醇层浸膏 (150 g) 分别采用加压硅胶柱色谱 (氯仿-甲醇-水)梯度洗脱 ,凝胶柱色谱(甲醇)过滤和制备高效液相色谱纯化得到化合物 1(10.3 mg) 2(89.0 mg) 3(40.1 mg)和 4(62.2 mg)。

2 结果与分析

本文报道了从小花草玉梅中分离并鉴定结构的 4 个已知的三萜皂苷 ,其中化合物 1 为首次从银莲花属植物中分离得到 ,化合物 2-4 为首次从小花草玉梅中分离得到。植物化学研究表明 ,银莲花属植物的主要次生代谢产物是齐墩果烷型三萜皂苷 ,特别是含有大量的齐墩果酸糖苷和常春藤配基糖苷。这两种三萜皂苷中 C-3 位往往连有糖链 ,且糖的种类和连接顺序比较多样化 ,而 C-28 位酯糖链则以鼠李糖(1→4)葡萄糖(1→6)葡萄糖基最为常见^[7]。从图 1 可以看出 ,化合物 2 为齐墩果酸型三萜皂苷 ,化合物 1、3 和 4 为常春藤型三萜皂苷 ,且糖的种类与连接顺序与之前表述吻合。4 种化合物 1-4 的 ¹³C NMR 数据如表 1 所示。

表 1 化合物 1-4 的 ¹³C NMR 数据(125 MHz, C₅D₅N, δ)
Table 1 ¹³C NMR (125 MHz, C₅D₅N, δ) data of compounds 1-4

position	1	2	3	4	position	1	2	3	4
1	38.8	38.6	38.7	39	Glc-1		105.8	105.6	
2	27.7	26.3	25.8	26.3	2		76.3	76.4	
3	73.4	88.7	82.1	81.2	3		78.5	78.2	
4	42.2	39.4	43.4	43.5	4		71.4	71.3	
5	48.6	55.7	47.8	47.6	5		78.0	77.9	
6	18.6	18.4	18.1	18.1	6		62.4	62.4	
7	32.9	32.9	32.7	32.7	Rha-1				101.2
8	39.9	39.7	39.8	39.8	2				72.0
9	48.2	47.9	48.0	48.1	3				81.0
10	37.2	36.8	36.8	36.8	4				72.8
11	23.4	23.2	23.2	23.7	5				69.8
12	122.9	122.7	122.8	122.9	6				18.4
13	144.1	143.9	144.0	144	Rib-1				104.6
14	42.9	42.0	42.0	42.0	2				72.5
15	28.3	28.1	28.2	28.2	3				70.1
16	23.8	23.6	23.7	23.3	4				68.9
17	47.0	46.9	46.9	46.9	5				65.2
18	41.8	41.5	41.5	41.5					
19	46.2	46.1	46.1	46.1	28-Glc-1	95.8	95.5	95.5	95.6
20	30.8	30.6	30.6	30.6	2	74.1	73.7	73.8	73.8
21	34.0	33.8	33.9	33.9	3	78.9	78.0	78.6	78.1
22	32.5	32.4	32.4	32.5	4	71.1	70.6	70.7	70.8
23	67.8	28.1	64.7	63.9	5	79.4	77.9	77.9	76.4
24	13.1	16.6	13.3	14.1	6	62.2	69.0	69.1	69.1
25	16.1	15.4	16.1	16.1	Glc-1		104.7	104.7	104.7

26	17.6	17.3	17.4	17.5	2	75.2	75.2	75.4
27	26.1	25.9	25.9	25.9	3	76.2	76.1	78.0
28	176.4	176.4	176.4	176.5	4	78.0	78.1	78.6
29	33.1	33.0	33.0	33.0	5	77.0	77.0	77.1
30	23.6	23.5	23.6	23.6	6	61.1	61.2	61.2
					Rha-1	102.6	102.6	102.7
3-Ara-1		104.7	103.8	104.8	2	72.4	72.7	72.7
2		80.8	81.2	75.3	3	72.6	72.5	72.7
3		73.3	73.6	75.1	4	73.8	73.9	73.9
4		68.1	68.2	69.7	5	70.2	70.2	70.2
5		64.8	64.9	66.4	6	18.4	18.4	18.4

化合物 1：黄色粉末（甲醇）Liebermann-burchard 反应及 Molish 反应呈阳性，为三萜皂苷类化合物^[8]。ESI-MS m/z ：657 $[M + Na]^+$ ，结合一维核磁数据确定其分子式为 $C_{36}H_{58}O_9$ 。¹H-NMR (C_5D_5N ，500 MHz) δ ：0.85, 0.86, 0.98, 1.04, 1.14, 1.18 (各 3H, s, 6 $\times$ CH₃), 5.44 (1H, br s, H-12), 6.33 (1H, d, J =8.2, Glc-C₁-H)。碳谱数据见表 1。酸水解液经 GC 分析^[9]，糖鉴定为 D-葡萄糖。苷元部分与常春藤皂苷元的 ¹³C-NMR 数据相对比，C₂₈ 化学位移移至 δ 176.4 表明糖连在 C₂₈ 上^[10]。以上数据与文献报道的数据一致^[11]，故鉴定化合物 1 为常春藤皂苷元-28-*O*- β -D-吡喃葡萄糖酯苷[hederagenin-28-*O*- β -D-glucopyranosyl ester]。

化合物 2：土黄色粉末（甲醇）Liebermann-burchard 反应及 Molish 反应呈阳性，为三萜皂苷类化合物^[8]。ESI-MS m/z ：1243 $[M + Na]^+$ ，结合一维核磁数据确定其分子式为 $C_{59}H_{96}O_{26}$ 。¹H-NMR (C_5D_5N ，500 MHz) δ ：0.83, 0.84, 0.85, 1.00, 1.05, 1.17, 1.18 (各 3H, s, 7 $\times$ CH₃), 5.36 (1H, br s, H-12), 6.20 (1H, d, J =8.1, 28-Glc-C₁-H), 4.94(1H, d, J =7.8, Glc-C₁-H), 5.80 (1H, br s, Rha-C₁-H), 4.90 (1H, m, 3-Ara-C₁-H), 5.14 (1H, d, J =7.7, Glc-C₁-H)。碳谱数据见表 1。酸水解液经 GC 分析^[9]，所含糖确定为 *L*-Ara、*D*-Glc 和 *L*-Rha (1:3:1)。苷元部分与齐墩果酸皂苷元的 ¹³C-NMR 数据相对比，C₃ 化学位移移至 δ 88.7，C₂₈ 化学位移移至 δ 176.4，表明糖链连在 C₃ 和 C₂₈ 上^[10]。糖的连接顺序由 HMBC 确定。以上数据与文献报道的数据一致^[12]，故鉴定化合物 2 为 3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-(1 $\rightarrow$ 2)- α -*L*-吡喃阿拉伯糖-齐墩果酸皂苷元-28-*O*- α -*L*-吡喃鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷 [3-*O*- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α -*L*-arabinopyranosyl-oleanolic acid-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranosyl ester]。

化合物 3：白色粉末（甲醇）Liebermann-burchard 反应及 Molish 反应呈阳性，为三萜皂苷类化合物^[8]。ESI-MS m/z ：1259 $[M + Na]^+$ ，结合一维核磁数据确定其分子式为 $C_{59}H_{96}O_{27}$ 。¹H-NMR (C_5D_5N ，500 MHz) δ ：0.83, 0.84, 0.93, 1.00, 1.08, 1.11 (各 3H, s, 6 $\times$ CH₃), 5.37 (1H, br s, H-12), 6.20 (1H, d, J =8.1, 28-Glc-C₁-H), 4.95 (1H, d, J =7.9, Glc-C₁-H), 5.82 (1H, br s, Rha-C₁-H), 5.13 (1H, m, 3-Ara-C₁-H), 5.16 (1H, m, Glc-C₁-H)。碳

谱数据见表 1。酸水解液经 GC 分析^[9]，所含糖确定为 *L*-Ara、*D*-Glc 和 *L*-Rha(1:3:1)。苷元部分与常春藤皂苷元的 ¹³C-NMR 数据相对比，C₃ 化学位移移至 δ 82.1，C₂₈ 化学位移移至 δ 176.4，表明糖链连在 C₃ 和 C₂₈ 上^[10]。糖的连接顺序由 HMBC 确定。以上数据与文献报道的数据一致^[13-14]，故鉴定化合物 3 为 3-*O*- β -D-吡喃葡萄糖-(1 $\rightarrow$ 2)- α -*L*-吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28-*O*- α -*L*-吡喃鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-吡喃葡萄糖-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-吡喃葡萄糖酯苷[3-*O*- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α -*L*-arabinopyranosyl-hederagenin-28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranosyl ester]。

化合物 4：白色粉末（甲醇）Liebermann-burchard 反应及 Molish 反应呈阳性，为三萜皂苷类化合物^[8]。ESI-MS m/z ：1375 $[M + Na]^+$ ，结合一维核磁数据确定其分子式为 $C_{64}H_{104}O_{30}$ 。¹H-NMR (C_5D_5N ，500 MHz) δ ：0.83, 0.85, 0.93, 1.07, 1.11, 1.15 (各 3H, s, 6 $\times$ CH₃), 5.37 (1H, br s, H-12), 6.20 (1H, d, J =8.2, 28-Glc-C₁-H), 4.96 (1H, d, J =7.9, Glc-C₁-H), 5.82 (1H, br s, Rha-C₁-H), 5.03 (1H, d, J =6.7, 3-Ara-C₁-H), 6.33 (1H, br s, Rha-C₁-H), 5.93 (1H, d, J =4.5, Rib-C₁-H)。碳谱数据见表 1。酸水解液经 GC 分析^[9]，所含糖确定为 *L*-Ara、*D*-Glc、*L*-Rha 和 *D*-Rib (1:2:2:1)。苷元部分与常春藤皂苷元的 ¹³C-NMR 数据相对比，C₃ 化学位移移至 δ 81.2，C₂₈ 化学位移移至 δ 176.5，表明糖链连

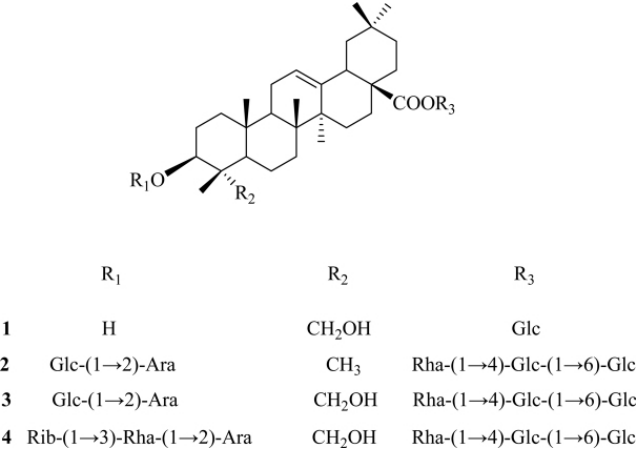


图 1 化合物 1-4 的化学结构

Fig. 1 Chemical structures of compounds 1-4.

在 C_3 和 C_{28} 上^[10]。糖的连接顺序由 HMBC 确定。以上数据与文献报道的数据一致^[15]。故鉴定化合物 4 为 3- O - β - D -吡喃核糖-(1 $\rightarrow$ 3)- α - L -吡喃鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 2)- α - L -吡喃阿拉伯糖-常春藤皂苷元-28- O - α - L -吡喃鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 4)- β - D -吡喃葡萄糖-(1 $\rightarrow$ 6)- β - D -吡喃葡萄糖酯苷[3- O - β - D -ribopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- α - L -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α - L -arabinopyranosyl-hederagenin-28- O - α - L -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β - D -glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - D -glucopyranosyl ester]。

3 讨论

银莲花属植物中的大部分在民间可做药用,迄今为止已有 10 余种植物的化学成分得到了报道^[7],但小花草玉梅的化学成分研究尚属空白,为此,我们对小花草玉梅的化学成分做了初步的探索,从中分离出 4 种三萜型皂苷成分,其中化合物 1 为银莲花属植物首次分离得到,丰富了该属植物的化学成分。本实验结果为小花草玉梅的化学分类提供了依据,有必要进行进一步深入研究。

参考文献(Reference)

- [1] 王文采. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社, 1995, 24-24
WANG Wen-cai. Flora Reipublicae Popularis Sinicae [M]. Beijing: Science Press, 1995, 24-24
- [2] 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志[M]. 北京:科学出版社, 1974, 278-285
Northwestern Institute of Botany, Chinese Academy of Science. Flora Tsinlingensis[M]. Beijing: Science Press, 1974, 278-285
- [3] Zhang LT, Zhang YW, Takaishi Y, et al. Antitumor triterpene saponins from *Anemone flaccida*[J]. Chin Chem Lett, 2008, 19(2), 190-192
- [4] 王明奎, 丁立生, 吴凤镔. 两头尖总苷的抗肿瘤活性研究[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(3), 378-382
WANG Ming-kui, DING Li-sheng, WU Feng-e. Anti-tumor activity of crude saponin from *Anemone raddeana* Regel[J]. Chin J Appl Environ Biol, 2008, 14(3), 378-382(in Chinese)
- [5] 郇飞虹, 韩林涛, 张国斌, 等. 蜈蚣三七的化学成分及免疫抑制活性[J]. 中国药科大学学报, 2008, 39(6), 496-499
BING Fei-hong, HAN Lin-tao, ZHANG Guo-bin, et al. Chemical constituent of rhizome of *Anemone flaccida* and their immunosuppressive activities in vitro[J]. J China Pharm Univ, 2008, 39(6), 496-499(in Chinese)
- [6] 廖循, 李伯刚, 高小平, 等. 西南银莲花的活性三萜皂苷[J]. 中草药, 2001, 32(6), 493-496
LIAO Xun, LI Bo-gang, GAO Xiao-ping, et al. Bioactive triterpenoid saponins from *Anemone davidii*[J]. Chin Trad Herb Drug, 2001, 32(6), 493-496(in Chinese)
- [7] 曹沛, 吴凤镔, 丁立生. 银莲花属植物的化学及药理研究概况[J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(6), 581-584
CAO Pei, WU Feng-e, DING LS. Advances in the studies on the chemical constituents and biologic activities for *Anemone* species[J]. Nat Pro Res Dev, 2004, 16(6), 581-584(in Chinese)
- [8] 路金才, 张娜, 单娜, 等. 细茎银莲花的化学成分[J]. 中国药物化学杂志, 2009, 19(3), 209-211
LU Jin-cai, ZHANG Na, SHAN Na, et al. Chemical constituents of *Anemone rossii* Moore[J]. Chin J Med Chem, 2009, 19(3), 209-211(in Chinese)
- [9] Tang HF, Lin HW, Chen XL, et al. Cytotoxic triterpenoid saponins from *Ardisia pusilla* [J]. Chin Chem Lett, 2009, 20(2), 193-196
- [10] Elbandy M, Kang OH, Kwon DY, et al. Two new anti-inflammatory triterpene saponins from the Egyptian medicinal food black cumin (seed of *Nigella sativa*) [J]. Bull Korean Chem Soc, 2009, 30 (8), 1811-1815
- [11] Panov DA, Grishkovets VI, Kachala VV, et al. Triterpene glycosides from *Kalapanax septemlobum*. . Minor glycosides from stems of *Kalapanax septemlobum* VAR. *maximowiczii* and *Kalapanax septemlobum* VAR. *typicum* [J]. Chem Nat Comp, 2006, 42(1), 61-66
- [12] Dovgii IL, Grishkovets VI, Kachala VV, et al. Triterpene glycosides from *Cussonia paniculata* . Structure of glycosides I1, I2, J1a, J1b, J2, K, L1, and L2 from *C. paniculata* leaves [J]. Chem Nat Comp, 2006, 42(2), 182-185
- [13] Jhoo JW, Sang S, He K, et al. Characterization of the triterpene saponins of the roots and thizomes of blue cohosh (*Caulophyllum thalictroides*) [J]. J Agric Food Chem, 2001, 49, 5969-5974
- [14] Ali Z, Khan IA. Alkaloids and saponins from blue cohosh [J]. Phytochem, 2008, 69(4), 1037-1042
- [15] 廖循, 李伯刚, 王明奎, 等. 草玉梅中的化学成分[J]. 高等学校化学学报, 2001, 22(8), 1338-1341
LIAO Xun, LI Bo-gang, WANG Ming-kui, et al. The chemical constituents from *Anemone rivularis* [J]. Chem J Chin Univ, 2001, 22 (8), 1338-1341(in Chinese)