

蒙药小白蒿化学成分的研究

王青虎^{1,2}, 王金辉¹, 额尔登巴格那², 塔娜^{2*}

(1. 沈阳药科大学, 辽宁 沈阳 110016; 2. 内蒙古民族大学蒙医药学院, 内蒙古 呼和浩特 028000)

摘要:目的 研究小白蒿 *Artemisia frigida* 氯仿和醋酸乙酯提取物中的化学成分。方法 采用硅胶和 L H-20 柱色谱法进行分离, 运用各种波谱法和标准品对照法鉴定分离得到的化合物。结果 鉴定了 13 个化合物, 分别为槲皮素 (I)、木犀草素 (II)、5, 7, 3'-三羟基-4'-甲氧基黄酮 (III)、5, 7, 3'-三羟基-6, 4'-二甲氧基黄酮 (IV)、5, 3'-二羟基-6, 7, 4'-三甲氧基黄酮 (V)、5, 3'-二羟基-3, 6, 7, 4'-四甲氧基黄酮 (VI)、对甲基苯酚 (VII)、7-羟基香豆素 (VIII)、7-甲氧基香豆素 (IX)、咖啡酸 (X)、 β -谷甾醇 (XI)、6, 7-二羟基香豆素 (XII)、7-羟基-5, 6-二甲氧基香豆素 (XIII)。结论 所有化合物均为首次从该植物中分得。

关键词: 小白蒿; 菊科; 5, 7, 3'-三羟基-4'-甲氧基黄酮

中图分类号: R284.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2670(2009)10-1540-04

Chemical constituents of *Artemisia frigida*

WANG Qing-hu^{1,2}, WANG Jin-hui¹, Eerdunbagen², Tana²

(1. Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China; 2. College of Traditional Mongolian Medicine, Inner Mongolia University for Nationalities, Huhhot 028000, China)

Abstract: **Objective** To study the chemical constituents of the CHCl₃ and EtOAc extracts from *Artemisia frigida*. **Methods** The chemical constituents in *A. frigida* were isolated with silica gel and L H-20 chromatography and their structures were identified by means of spectra, in some cases by direct comparison with authentic samples. **Results** Thirteen compounds were obtained and identified as quercetin (I), luteolin (II), 5, 7, 3'-triterhydroxy-4'-methoxy flavone (III), 5, 7, 3'-triterhydroxy-6, 4'-dimethoxy flavone (IV), 5, 3'-dihydroxy-6, 7, 4'-tritermethoxy flavone (V), 5, 3'-dihydroxy-3, 6, 7, 4'-tetramethoxy flavone (VI), methyl phenol (VII), 7-hydroxy coumarin (VIII), 7-methoxy coumarin (IX), caffeic acid (X), β -sitosterol (XI), 6, 7-dihydroxy coumarin (XII), and 7-hydroxy-5, 6-dimethoxy coumarin (XIII). **Conclusion** All these compounds are isolated from this plant for the first time.

Key words: *Artemisia frigida* Willd.; Compositae; 5, 7, 3'-triterhydroxy-4'-methoxy flavone

小白蒿别名白蒿, 蒙名阿各, 系菊科蒿属植物冷蒿 *Artemisia frigida* Willd. 的地上部分。味苦, 具有止血、消肿、制伏痈疽等功能。主治各种出血、关节肿胀、肾热、月经不调、疮痈。主要分布于我国的内蒙古、青海、甘肃、山西和东北地区。查阅近几十年来的国内外相关药理学文献, 发现目前国内外对小白蒿的化学成分及其生物活性研究的报道较少, 研究存在着很大的空间。唐《四部医典》中收载有“汗巴”一名, 至清《晶珠本草》中对其有较详细的记载:“汗巴”有 4 种, 即“汗甲”、“汗格尔”、“汗曼尔”和“哈日那格”。据考证中国内蒙古所用“汗曼尔”其原植物主要是冷蒿(小白蒿)。个别地区有用同属植物

代茵陈用。从小白蒿全草中分离出多种倍半萜内酯类化合物, 为卡尼(canin)、阿利特长尼(arteconin)、利得亨(ridentin)^[1]及 8-去氧可马波林(8-desoxycumambrin B)^[2]。本实验对小白蒿的化学成分进行研究, 从 95%乙醇提取物的氯仿和醋酸乙酯部分分离得到 13 个化合物, 分别鉴定为槲皮素(I)、木犀草素(II)、5, 7, 3'-三羟基-4'-甲氧基黄酮(III)、5, 7, 3'-三羟基-6, 4'-二甲氧基黄酮(IV)、5, 3'-二羟基-6, 7, 4'-三甲氧基黄酮(V)、5, 3'-二羟基-3, 6, 7, 4'-四甲氧基黄酮(VI)、对甲基苯酚(VII)、7-羟基香豆素(VIII)、7-甲氧基香豆素(IX)、咖啡酸(X)、 β -谷甾醇(XI)、6, 7-二羟基香豆素(XII)、7-羟基-5, 6-二甲氧

* 收稿日期: 2009-02-12

作者简介: 王青虎(1968—), 男, 蒙古族, 内蒙古通辽人, 副教授, 博士, 主要研究方向为蒙药化学成分及其质量控制。

Tel: 15894890037 E-mail: wqh693@163.com

基香豆素(Ⅺ)。

1 实验材料

1.1 仪器: Shimadzu GC-14B 气相色谱仪, CLASS-GC10 工作站, KQ-100 型超声波清洗器、NMR 谱利用 Bruker-ARX-300、Bruker-ARX-600 型核磁共振光谱仪测定(TMS 作内标), 熔点测定采用日本 Yanaco MP-S3 型熔点测定仪。

1.2 药品与试剂: 小白蒿由内蒙古民族大学蒙医学院蒙药生药教研室布和巴特尔教授提供, 并经鉴定为菊科蒿属植物冷蒿 *Artemisia frigida* Willd.。Sephadex L-H-20 购于 Pharmacia 公司, 薄层色谱硅胶 GF₂₅₄、柱色谱硅胶(160~200 目)均为青岛海洋化工厂生产。氘代亚砷-d 60.03% TMS, 氯仿-d 0.03% TMS 购于北京腾达远科技有限公司。溶剂均为分析纯。

2 提取与分离

小白蒿 2 kg, 用 95% 乙醇回流提取 3 次, 每次 3 h, 合并提取液, 减压回收乙醇, 得总提取物约 400 g。提取物分别用石油醚、氯仿和醋酸乙酯萃取。氯仿和醋酸乙酯部分经反复硅胶柱色谱, 以氯仿-醋酸乙酯和氯仿-丙酮为流动相梯度洗脱, 同时个别分段经反复 L-H-20 柱色谱, 以氯仿-甲醇为流动相洗脱, 经重结晶纯化得到 13 个化合物^[3,4]。

3 结构鉴定

化合物 I: 黄色针状结晶(甲醇), mp > 300 °C, 分子式 C₁₅H₁₀O₇, 相对分子质量 302。紫外光下显黄色荧光, 盐酸-镁粉反应阳性, 三氯化铝反应阳性。¹H-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 13.02(1H, s, 5-OH), 10.12(1H, br s, 7-OH), 9.90(3H, br s, 3, 3', 4'-OH), 7.53(1H, dd, J = 8.4, 2.1 Hz, H-6'), 6.78(1H, d, J = 8.4 Hz, H-5'), 6.28(1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 7.62(1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.07(1H, d, J = 2.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 147.1(C-2), 135.9(C-3), 176.9(C-4), 156.4(C-5), 99.7(C-6), 165.1(C-7), 95.3(C-8), 162.4(C-9), 105.2(C-10), 122.5(C-1'), 114.6(C-2'), 146.2(C-3'), 148.2(C-4'), 112.4(C-5'), 119.3(C-6')。以上数据与文献基本一致^[4], 并与槲皮素对照品共 TLC, R_f 值相同, 鉴定为槲皮素。

化合物 II: 黄色针状结晶(甲醇), mp > 300 °C, 分子式 C₁₅H₁₀O₆, 相对分子质量 286。紫外光下显暗红色荧光, 盐酸-镁粉反应阳性, 三氯化铝反应阳性。¹H-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 12.99(1H, s, 5-OH), 10.05(1H, br s, 7-OH), 9.50(2H, br s,

3', 4'-OH), 7.43(1H, d, J = 8.2 Hz, H-6'), 6.90(1H, d, J = 8.2 Hz, H-5'), 6.68(1H, s, H-3), 6.44(1H, d, J = 2.0 Hz, H-8), 7.40(1H, br s, H-2'), 6.19(1H, d, J = 2.0 Hz, H-6); ¹³C-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 162.4(C-2), 103.2(C-3), 180.1(C-4), 158.2(C-5), 98.6(C-6), 165.6(C-7), 94.1(C-8), 161.4(C-9), 101.4(C-10), 120.2(C-1'), 113.2(C-2'), 143.8(C-3'), 149.4(C-4'), 115.2(C-5'), 120.1(C-6')。以上数据与文献基本一致^[5], 并与木犀草素对照品共 TLC, R_f 值相同, 鉴定为木犀草素。

化合物 III: 黄色针状结晶(丙酮), mp 246~247.2 °C, 分子式 C₁₆H₁₂O₆, 相对分子质量 300。盐酸-镁粉反应阳性, 10% 硫酸-乙醇溶液显黄色变深, 紫外光下显强黄绿色荧光。¹H-NMR(600 MHz, DMSO-d₆) δ: 7.53(1H, dd, J = 8.0, 1.8 Hz, H-6'), 6.93(1H, d, J = 8.0 Hz, H-5'), 6.43(1H, s, H-8), 7.51(1H, d, J = 2.0 Hz, H-2'), 6.13(1H, s, H-6), 6.81(1H, s, H-3), 3.85(3H, s, OCH₃)。NOESY 谱中显示 δ_H 3.85(3H, s, OCH₃) 与 6.93(1H, d, J = 8.0 Hz, H-5') 相关, 进一步证实了此结构。以上理化数据及波谱数据与文献基本一致^[6], 鉴定为 5, 7, 3'-三羟基-4'-甲氧基黄酮。

化合物 IV: 黄色粒状结晶(丙酮), mp 279~280 °C, 分子式 C₁₇H₁₄O₇, 相对分子质量 330。盐酸-镁粉反应阳性, 10% 硫酸-乙醇溶液显黄色变深, 紫外光下显强黄色荧光。¹H-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 7.54(1H, d, J = 8.7 Hz, H-6'), 6.95(1H, d, J = 8.7 Hz, H-5'), 6.56(1H, s, H-8), 7.52(1H, br s, H-2'), 6.93(1H, s, H-3), 3.88(3H, s, OCH₃), 3.73(3H, s, OCH₃)。¹³C-NMR(300 MHz, DMSO-d₆) δ: 164.3(C-2), 103.2(C-3), 181.5(C-4), 152.4(C-5), 130.2(C-6), 156.4(C-7), 90.8(C-8), 153.3(C-9), 101.6(C-10), 121.0(C-1'), 112.9(C-2'), 145.8(C-3'), 149.8(C-4'), 115.9(C-5'), 119.8(C-6')。由 δ_H 12.95(1H, s) 及 δ_C 181.5(C-4) 示为 5-OH 取代; δ_H 6.56(1H, s, H-8) 及 δ_C 152.4(C-5), 130.2(C-6), 156.4(C-7) 知该化合物 A 环为 5, 6, 7 位三取代。由 δ_H 6.95(1H, d, J = 8.7 Hz, H-5'), 7.54(1H, d, J = 8.7 Hz, H-6') 及 7.52(1H, br s, H-2') 知 B 环为 ABX 系统。NOESY 谱中显示 δ_H 3.88(3H, s, OCH₃) 与 6.95(1H, d, J = 8.7 Hz, H-5'), 3.73(3H, s, OCH₃) 与 12.95(1H, s) 相关, 进一步证实了此结构。据以上数据并与文献对照^[7], 鉴定该化合物为 5, 7, 3'-三羟基-6,

4'-二甲氧基黄酮。

化合物 V: 黄色针状结晶(丙酮), 分子式 $C_{18}H_{16}O_7$, 相对分子质量 344。盐酸-镁粉反应阳性, 10% 硫酸-乙醇溶液显色黄色变深, 紫外光下显黄色荧光。 1H -NMR (600 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.62 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6'), 6.94 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-5'), 6.93 (1H, s, H-8), 7.60 (1H, s, H-2'), 6.96 (1H, s, H-3), 3.94 (3H, s, OCH₃), 3.90 (3H, s, OCH₃), 3.74 (3H, s, OCH₃)。 ^{13}C -NMR (600 MHz, DMSO- d_6) δ : 152.1 (C-2), 103.1 (C-3), 182.3 (C-4), 152.7 (C-5), 131.9 (C-6), 164.0 (C-7), 91.7 (C-8), 158.7 (C-9), 105.2 (C-10), 121.5 (C-1'), 115.8 (C-2'), 148.1 (C-3'), 150.9 (C-4'), 110.3 (C-5'), 120.5 (C-6')。NOESY 谱中显示 δ_H 3.94 (3H, s, OCH₃) 和 3.74 (3H, s, OCH₃) 与 6.93 (1H, s, H-8) 相关, δ_H 3.90 (3H, s, OCH₃) 与 7.62 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6') 相关, 进一步证实了此结构。据以上理化数据及波谱数据鉴定该化合物为 5,3'-二羟基-6,7,4'-三甲氧基黄酮。

化合物 VI: 黄色针状结晶(丙酮), 分子式 $C_{19}H_{18}O_8$, 相对分子质量 374。盐酸-镁粉反应阳性, 10% 硫酸-乙醇溶液显色黄色变深, 紫外光下显黄色荧光。 1H -NMR (600 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.65 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6'), 6.98 (1H, d, $J = 8.4$ Hz, H-5'), 6.94 (1H, s, H-8), 7.68 (1H, d, $J = 2.4$ Hz, H-2'), 3.93 (3H, s, OCH₃), 3.92 (3H, s, OCH₃), 3.88 (3H, s, OCH₃), 3.75 (3H, s, OCH₃)。 ^{13}C -NMR (600 MHz, DMSO- d_6) δ : 151.8 (C-2), 137.8 (C-3), 178.3 (C-4), 151.9 (C-5), 131.7 (C-6), 158.8 (C-7), 91.6 (C-8), 155.9 (C-9), 105.7 (C-10), 122.4 (C-1'), 115.8 (C-2'), 147.6 (C-3'), 150.0 (C-4'), 112.2 (C-5'), 120.8 (C-6')。NOESY 谱中显示 δ_H 3.93 (3H, s, OCH₃) 和 3.75 (3H, s, OCH₃) 与 6.93 (1H, s, H-8) 相关, δ_H 3.92 (3H, s, OCH₃) 和 3.88 (3H, s, OCH₃) 与 7.65 (1H, dd, $J = 8.4, 2.4$ Hz, H-6') 相关, 进一步证实了此结构。据以上理化数据及波谱数据鉴定该化合物为 5,3'-二羟基-3,6,7,4'-四甲氧基黄酮。

化合物 VII: 无色针状结晶(氯仿), 分子式 C_7H_8O , 相对分子质量 108。 1H -NMR (300 MHz, CDCl₃) δ : 7.93 (2H, d, $J = 8.70$ Hz, H-2,6), 6.97 (2H, d, $J = 8.7$ Hz, H-3,5), 2.59 (3H, s, CH₃)。该化合物 TLC 与对甲基苯酚 R_f 值一致。

化合物 VIII: 淡黄色针状结晶(氯仿), mp

178.3~179.8 °C, 分子式 $C_9H_6O_3$, 相对分子质量 162。紫外光下显蓝色荧光。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.21 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-3), 7.95 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-4), 7.54 (1H, d, $J = 8.5$ Hz, H-5), 6.81 (1H, dd, $J = 8.5, 2.0$ Hz, H-6), 6.71 (1H, d, $J = 2.0$ Hz, H-8)。以上数据与 7-羟基香豆素对照品(Aldrich 公司)波谱数据一致, 确定该化合物为 7-羟基香豆素。

化合物 IX: 淡黄色针状结晶(氯仿), mp 117~118 °C, 分子式 $C_{10}H_8O_3$, 相对分子质量 176。紫外光 365 nm 下显蓝色荧光, 254 nm 下有暗斑。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.27 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-3), 7.66 (1H, d, $J = 9.5$ Hz, H-4), 7.39 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-5), 6.86 (1H, d, $J = 8.3$ Hz, H-6), 6.83 (1H, br s, H-8), 3.88 (3H, s, CH₃)。 ^{13}C -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 162.9 (C-7), 161.2 (C-2), 156.0 (C-9), 143.4 (C-4), 128.7 (C-5), 113.1 (C-6), 113.6 (C-10), 112.5 (C-3), 100.9 (C-8), 55.8 (CH₃)。参考文献数据^[7], 确定该化合物为 7-甲氧基香豆素。

化合物 X: 黄色针状结晶(甲醇), mp 194~197 °C, 分子式 $C_9H_8O_4$, 相对分子质量 180。紫外光 365 nm 下显淡蓝色荧光, 254 nm 下有暗斑。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.44 (1H, d, $J = 16$ Hz), 6.19 (1H, d, $J = 16$ Hz), 7.01 (1H, s), 6.94 (1H, d, $J = 8.1$ Hz), 6.76 (1H, d, $J = 8.1$ Hz)。经与咖啡酸对照品对照得到证实。故推断该化合物为咖啡酸。

化合物 XI: 无色针状结晶(石油醚), mp 133~134 °C, 易溶于氯仿、醋酸乙酯和丙酮, Liebermann-Buchard 反应阳性, Molish 反应阴性, 示为非苷类甾体。与 β -谷甾醇共 TLC, R_f 值相同。与 β -谷甾醇混合熔点不下降, 故鉴定为 β -谷甾醇。

化合物 XII: 淡黄色针状结晶(氯仿), 紫外光下显蓝色荧光。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.87 (1H, d, $J = 9.3$ Hz, H-3), 6.16 (1H, d, $J = 9.3$ Hz, H-4), 6.97 (1H, s, H-5), 6.72 (1H, s, H-8), 由 δ_H 7.87 (1H, d, $J = 9.3$ Hz, H-3), 6.16 (1H, d, $J = 9.3$ Hz, H-4) 知 3,4 位无取代, δ_H 6.97 (1H, s, H-5), 6.72 (1H, s, H-8) 知 6,7 位取代。确定该化合物为 6,7-二羟基香豆素。

化合物 XIII: 淡黄色针状结晶(氯仿), 紫外光下显淡蓝色荧光。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 7.99 (1H, d, $J = 9.2$ Hz, H-3), 7.01 (1H, d, $J =$

9.2 Hz, H-4), 6.75 (1H, s, H-5), 3.85 (3H, s, OCH₃), 3.72 (3H, s, OCH₃)。NOESY谱中显示 δ_{H} 3.85 (3H, s, OCH₃)和3.72 (3H, s, OCH₃)与7.01 (1H, d, J = 9.2 Hz, H-4)相关,进一步证实了此结构。确定该化合物为7-羟基-5,6-二甲氧基香豆素。

参考文献:

- [1] Liu Y L, Mabry T J. Sesquiterpene Lactones from *Artemisia frigida* [J]. *J Nat Prod*, 1981, 44(6): 722.
[2] Liu Y L, Mabry T J. Dimeric Guaianolides from *Artemisia*

sieversiana [J]. *Phytochemistry*, 1985, 24(5): 1009.

- [3] 李海霞,王 钊,刘延泽. 石榴科植物化学成分及药理活性研究进展 [J]. *中草药*, 2002, 33(8): 765-附2.
[4] Rushdi A I, Ritter G, Grimalt J O, et al. Hydrous pyrolysis of cholesterol under various conditions [J]. *Org Geochem*, 2003, 34: 799-812.
[5] 于德泉,杨峻山. 分析化学手册. 第七分册. 核磁共振波谱分析 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999.
[6] 王秀坤,李家实,魏璐雪. 白刺花种子黄酮成分的研究 [J]. *中国中药杂志*, 1996, 21(3): 165-166.
[7] 中国科学院上海药物研究所. 黄酮类化合物鉴定手册 [M]. 北京: 科学出版社, 1981.

鹅胆的化学成分研究

毕 丹,宋月林,张 梁,陈 东,屠鹏飞*

(北京大学药学院 天然药物及仿生药物国家重点实验室,北京 100191)

摘要:目的 研究鹅胆 *Anser anser* 的化学成分。方法 采用各种现代色谱手段对其化学成分进行分离,利用理化性质结合光谱数据鉴定化合物结构。结果 分离鉴定了10个化合物,分别为正四十二烷酸(I)、胆甾醇(II)、正十六烷酸(III)、十六烷酸甘油酯(IV)、methyl-3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oate(V)、3 α ,7 α -二羟基-5 β -胆甾烷-24-酸(VI)、烟酰胺(VII)、*n*-butyl-3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oate(VIII)、正十八烷酸(IX)、3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oic acid *N*-(2-sulfoethyl) amide(X)。结论 化合物I~V、VII~X为首次从该属动物胆汁中分离得到,并首次报道了化合物VIII的波谱数据。

关键词: 鹅胆;胆甾醇;3 α ,7 α -二羟基-5 β -胆甾烷-24-酸

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2009)10-1543-03

鹅为鸭科动物,是重要的家禽之一,随着我国养殖业的发展,目前家鹅养殖量巨大,鹅的综合利用,特别是其下脚料如胆、羽毛等开发利用成为养殖业发展的重要问题。动物胆汁中主要含有脂肪酸类、胆汁酸类、胆色素等成分,其中胆酸类成分具有溶解胆石、降低血脂和杀菌消炎等活性,迄今为止,国内对鹅胆的化学成分研究甚少。为了开发利用鹅胆资源,本实验对郎德鹅 *Anser anser* Dometric 胆汁的化学成分进行了初步研究,从中分离得到10个化合物,分别鉴定为正四十二烷酸(I)、胆甾醇(II)、正十六烷酸(III)、十六烷酸甘油酯(IV)、methyl-3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oate(V)、3 α ,7 α -二羟基-5 β -胆甾烷-24-酸(VI)、烟酰胺(VII)、*n*-butyl-3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oate(VIII)、正十八烷酸(IX)、3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholan-24-oic acid *N*-(2-sulfoethyl) amide(X)。化合物I~V, VII~X为首次从鹅胆中分离得到,并首次报道了化合物VIII的波谱数据。

1 仪器与材料

X-4型显微熔点测定仪,JEOL JNM-A300型核磁共振仪(TMS为内标),Varian Unity-500型核磁共振仪(TMS为内标),(MDS SCIEX) QSTAR (ABI,USA) ESI-TOF质谱仪,安捷伦 G6300系列 LC/MSD Trap。Sephadex LH-20为Pharmacia公司产品,ODS为默克公司产品,薄层色谱及柱色谱硅胶均为青岛海洋化工厂产品,其他试剂均为分析纯。鹅胆由北京合旺郎德鹅养殖中心提供。

2 提取与分离

新鲜鹅胆剪破后,挤出胆汁5 L,胆汁依次用醋酸乙酯和正丁醇萃取,分别得提取物30 g和600 g。醋酸乙酯部分(25 g)经硅胶柱色谱分离,以石油醚-丙酮(20:1~1:5)梯度洗脱,得到6个组分(Fr. 1~Fr. 6)。Fr. 1析出白色固体,再用甲醇溶洗后剩余沉淀部分,经凝胶柱色谱(Sephadex LH-20,石油醚-氯仿-甲醇2:1:1)分离,得到化合物I(15

* 收稿日期:2008-12-06

作者简介:毕 丹(1979-),北京大学2006级博士研究生,主要研究天然产物的化学成分及其活性。

Tel: (010) 82801404 E-mail: bidan_2005@163.com

* 通讯作者:屠鹏飞 Tel: (010) 82802750 E-mail: pengfeitu@vip.163.com