

高速逆流色谱法分离制备乌药叶中的黄酮类成分

刘 云^{1,2}, 俞桂新^{1,2}

(1. 上海中医药大学中药研究所 教育部中药标准化重点实验室, 上海 201203 ;

2. 上海中药标准化研究中心, 上海 201203)

摘要 应用高速逆流色谱法分离制备了乌药叶中的黄酮类成分。以正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)为两相溶剂系统,在主机转速 800 r/min、流速 2.0 mL/min、检测波长 280 nm 条件下进行分离制备。所得流分经高效液相色谱法检测,并经电喷雾电离质谱、核磁共振氢谱、碳谱鉴定化合物的结构。结果表明,从乌药叶总黄酮粗提物中分离得到了 5 个化合物,分别为槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷(1)、槲皮素-5-O-β-D-葡萄糖苷(2)、槲皮素-3-O-β-D-呋喃阿拉伯糖苷(3)、槲皮素-3-O-吡喃鼠李糖苷(4)、山奈酚-7-O-α-L-吡喃鼠李糖苷(5),其中化合物 1,2,3 和 5 为首次从该植物中分离得到。该法具有简便、快速的优点。

关键词 高速逆流色谱;黄酮类成分;乌药叶

中图分类号:O658 文献标识码:A 文章编号:1000-8713(2007)05-0735-05 栏目类别:研究论文

Isolation and Preparation of Flavones from the Leaves of *Lindera aggregata* Using High Speed Counter-Current Chromatography

LIU Yun^{1,2}, CHOU Guixin^{1,2}

(1. Key Laboratory of Standardization of Chinese Medicines, Ministry of Education, Institutes of Chinese Material Medica, Shanghai University of Traditional Chinese Medicines, Shanghai 201203, China ;

2. Shanghai R. & D. Centre for Standardization of Chinese Medicines, Shanghai 201203, China)

Abstract : *Lindera aggregata* (Sims) Kosterm. belongs to Lauraceae family and is distributed in the southern parts of China, Japan and southeastern Asia. The leaves of this plant are frequently used in folk medicine, as antioxidant, antiinflammatory and antibacterial. In previous reports, eleven flavones were isolated from this plant. The study on the flavone constituents of the leaves of this plant led to the isolation of five flavone compounds, as quercetin-3-O-β-D-glucoside (1), quercetin-5-O-β-D-glucoside (2), quercetin-3-O-β-D-arabinofuranoside (3), quercetin-3-O-rhamnopyranoside (4) and kaempferol-7-O-α-L-rhamnopyranoside (5), by means of high speed counter-current chromatographic (HSCCC) procedures. A two-phase solvent system composed of hexane-ethyl acetate-*n*-butanol-acetic acid-water (2:4:2:1.5:6, v/v) was used at a flow rate of 2.0 mL/min, while the apparatus rotated at 800 r/min and the effluent was detected at 280 nm. Compounds 1, 2, 3 and 5 were for the first time obtained from *Lindera aggregata* (Sims) Kosterm.

Key words : high speed counter-current chromatography (HSCCC) ; flavones ; leaves of *Lindera aggregata*

乌药 *Lindera aggregata* (Sims) Kosterm. 为樟科(Lauraceae)山胡椒属(*Lindera*)植物,其干燥块根入药,性温味辛,具有温中散寒、理气止痛之功效。在临床上常用于治疗胃病、泌尿系统疾病及风湿性疼痛等。文献报道乌药叶临床上可用于治疗急性蜂窝组织炎、乳房炎及臀痛,与益胃止痛方配伍可

治疗慢性胃炎^[1]。《广西中药志》上记载乌药鲜叶捣碎酒炒后可治疗风湿性关节炎。日本民间常用乌药叶治疗风湿性关节炎、肾炎。目前在日本,乌药叶被制成一种保健茶(商品名:徐福茶)作为健康饮品。梁向明等^[2]对该茶的抗氧化作用进行了分析,结果表明该茶具有较好的抗氧化作用。为了研究乌

收稿日期 2007-03-06

第一作者 刘 云,女,硕士研究生,E-mail:laocaoren_0321@hotmail.com.

通讯联系人 俞桂新,男,教授,Tel:(021)50805522-3032,E-mail:zhouguxin@yahoo.com.cn.

基金项目:上海市科学技术委员会研究项目(No.04DZ19851).

药叶的有效成分,扩大乌药的药用部位,本文对乌药叶中的黄酮类成分进行了研究。

张朝凤等^[3,4]采用常规柱色谱方法从乌药叶中分离得到了 11 个黄酮类化合物。此法所用固定相对样品有不可逆吸附作用,不可避免地造成了样品的损失。由于高速逆流色谱法(high speed counter-current chromatography, HSCCC)不采用任何固体填料,克服了传统分离方法对样品的不可逆吸附作用,因而样品回收率高。HSCCC 同时还具有仪器操作简单、分离快速、重现性好等优点。本文采用 HSCCC 从乌药叶中分离得到 5 个黄酮类化合物,分别为槲皮素-3-*O*- β -D-葡萄糖苷(1)、槲皮素-5-*O*- β -D-葡萄糖苷(2)、槲皮素-3-*O*- β -D-呋喃阿拉伯糖苷(3)、槲皮素-3-*O*-吡喃鼠李糖苷(4)、山奈酚-7-*O*- α -L-吡喃鼠李糖苷(5),其中化合物 1,2,3 和 5 为首次从该植物中分离得到。

1 实验部分

1.1 仪器与材料

TBE-300 A 高速逆流色谱仪(深圳同田生化技术有限公司)。聚四氟乙烯管缠绕在 3 个水平轴上形成螺旋管(管直径 2.6 mm,分离体积 270 mL),20 mL 进样圈。该高速逆流色谱仪还配备了 HX-1050 恒温循环器(北京博医康实验仪器有限公司)、柱塞式泵(S 系列,北京圣益通技术开发有限公司)、8823B 紫外检测器(北京市宾达英创科技有限公司)、N2010 色谱工作站(浙江大学智能信息工程研究所)。Agilent 1100 系列高效液相色谱仪。

乌药叶采自浙江天台山,经作者之一上海中医药大学中药所俞桂新教授鉴定。高速逆流色谱分离实验中所用正己烷、正丁醇、冰醋酸均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司);水为自制重蒸馏水;乙酸乙酯为工业纯,重蒸后使用。高效液相色谱(HPLC)分析实验中所用乙腈为色谱纯(默克公司),水为娃哈哈纯净水,冰醋酸为分析纯(国药集团化学试剂有限公司)。用水和冰醋酸配制 0.5% 冰醋酸溶液,并经微孔滤膜过滤。

1.2 实验方法

1.2.1 乌药叶总黄酮粗提物的制备

称取 300 g 乌药叶,加 10 倍质量的石油醚脱脂 3 次。脱脂后的乌药叶中依次加入 12,10,8 倍质量的 65% 乙醇回流提取 3 次,合并滤液,减压回收至无醇味。浓缩液经大孔吸附树脂(AB-8)吸附后,先用 10% 乙醇淋洗至无色,再用 70% 乙醇洗脱,收集

洗脱液,并减压浓缩至无醇味。浓缩液再经大孔吸附树脂(ABS-F8)吸附,用 5% 乙醇淋洗至无色,再用 20% 乙醇洗脱,收集洗脱液,减压浓缩至干,得乌药叶总黄酮粗提物 8.5 g。

1.2.2 溶剂体系和样品溶液的配制

在分液漏斗中配制正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)两相溶剂体系,充分振摇后在室温下静置 30 min。使用前分别取上下两相,超声脱气 20 min,待用。

取 250 mg 乌药叶总黄酮粗提物,用 8 mL 溶剂体系的上相溶解,溶解液作为样品溶液,备用。

1.2.3 高速逆流色谱法的分离制备过程

用最大流速(9.99 mL/min)向 HSCCC 分离管中注入上相,待上相充满整个管路(约 30 min),调整主机转速为 800 r/min,以 2.0 mL/min 流速注入下相,待流动相从柱出口流出,两相在分离管中达到动态平衡后,由进样阀注入样品溶液,在 280 nm 波长下检测,记录色谱图,根据色谱图接收目标成分。

1.2.4 高效液相色谱分析条件

色谱柱 Symmetry C18 柱(4.6 mm $\times$ 250 mm, 5 μ m, Waters 公司),柱温为 25 $^{\circ}$ C,流动相为乙腈和 0.5% 冰醋酸水溶液,梯度洗脱程序为 15% 乙腈在 60 min 内线性升至 19% 乙腈;流速为 1.0 mL/min 检测波长 280 nm 进样量为 10 μ L。

2 结果与讨论

2.1 HSCCC 溶剂体系的选择

根据所分离化合物的特性及参照文献[5],首先选择乙酸乙酯-正丁醇-水(体积比为 2:1:3)体系。该体系中目标化合物主要分布在上相中。在该溶剂体系中加入 0.75% (体积分数)的冰醋酸,目标化合物在上下相中的分配状况满足要求,但使用乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 4:2:1.5:6)体系的固相保留率(retention of stationary phase, R_s)仅为 25.5%。在该溶剂体系中加入正己烷,可提高固相保留率。当溶剂体系为正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)时,固相保留率 R_s 为 42.6%;正己烷加入量再增加后,目标成分在上相中的浓度将降低。因此,最终确定溶剂体系为正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)。

根据文献[6],将适量的乌药叶总黄酮粗提物溶于等体积的上下相中,分别取等体积的上下相进行 HPLC 分析,从而计算各目标化合物的分配系数 $K(K = A_{\text{上相}}/A_{\text{下相}}$ (A 为目标物的峰面积)),结果见表 1。

表 1 正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)
溶剂体系分离目标化合物的分配系数 K
Table 1 Partition coefficients (K) of the target compounds
in the solvent system of hexane-ethyl acetate-*n*-butanol-
acetic acid-water (2:4:2:1.5:6, v/v)

Compound	K
Quercetin-3- <i>O</i> - β -D-glucoside (1)	1.26
Quercetin-5- <i>O</i> - β -D-glucoside (2)	1.44
Quercetin-3- <i>O</i> - β -D-arabinofuranoside (3)	2.73
Quercetin-3- <i>O</i> -rhamnopyranoside (4)	3.17
Kaemp-ferol-7- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranoside (5)	7.30

2.2 HSCCC 分离条件的优化

对于一定的溶剂体系,固相保留率越高,对目标化合物的分离效果越好。因此,以固相保留率 R_s 为指标,优化流动相的流速(1.0,1.5,2.0,2.5,3.0 mL/min)、主机的转速(700,800,900,1000 r/min)、柱温(8,16,24,32,40 ℃)。

从图1-a可以看出,高流速不利于固定相的保

留,而低流速虽然可以满足高固相保留率的要求,但是分离时洗脱时间太长,且耗费大量的流动相。因此选取流速为 2.0 mL/min。

从图 1-b 可以看出,对于正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(体积比为 2:4:2:1.5:6)溶剂体系而言,当转速为 800 ~ 850 r/min 时,固相保留率达到最高峰值。考虑到高转速会对仪器产生磨损以及节能两方面的要求,选择可使固相保留率保持较高的转速 800 r/min。

由图 1-c 可以看出,柱温较高时,固定相的保留率较高。但在实际分离过程中,采用较高的柱温会使分离管路中产生大量的气泡,导致基线不稳,并且较高的柱温会缩短仪器的使用寿命。为保证分离过程顺利、高效地进行,避免溶剂体系的上下相在分离线圈中重新分配,分离时选择与配制溶剂体系上下相时的环境温度相接近的温度,即 25 ℃。

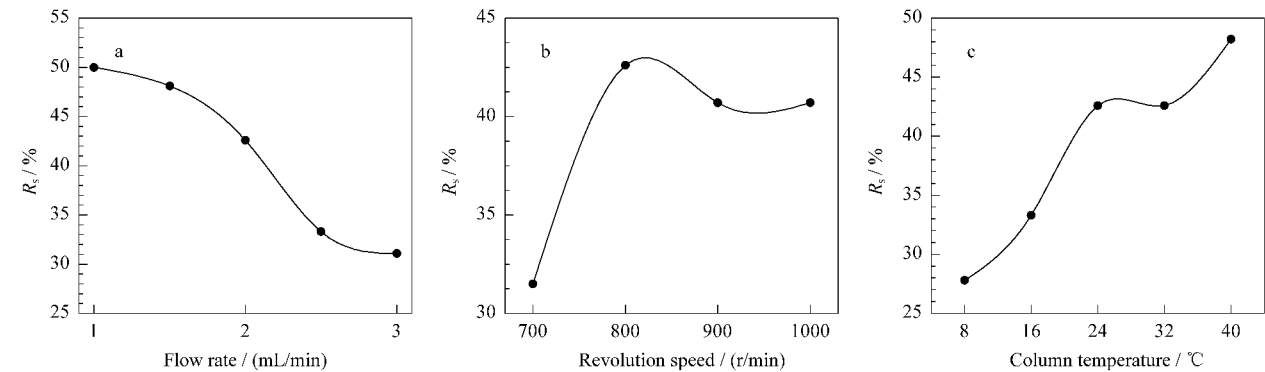


图 1 正己烷-乙酸乙酯-正丁醇-冰醋酸-水(2:4:2:1.5:6, v/v)溶剂体系的固相保留率随(a)流动相流速、(b)主机的转速和(c)柱温变化的曲线图

Fig. 1 The influences of (a) the flow rate of mobile phase, (b) the revolution speed and (c) column temperature on the retention of the stationary phase (R_s) of the solvent system of hexane-ethyl acetate-*n*-butanol-acetic acid-water (2:4:2:1.5:6, v/v)

Conditions : a. column temperature :25 ℃ ;revolution speed :800 r/min ;b. column temperature :25 ℃ ;flow rate :2.0 mL/min ; c. revolution speed :800 r/min ;flow rate :2.0 mL/min.

2.3 HSCCC 分离制备的结果

按‘ 1.2.3 ’节操作,在 560 min 内经 HSCCC 分离制备得到 4 个流分,即图 2 中的 I、II、III 和 IV。

2.4 HPLC 检测分析

采用‘ 1.2.4 ’节的条件,对乌药叶总黄酮粗提物和高速逆流色谱所得到的流分 I、II、III、IV 进行检测分析,所得 HPLC 色谱图见图 3。

所得各流分分别经 Sephadex LH-20 柱色谱分离后,先用约 500 mL 水淋洗至中性,再用约 500 mL 甲醇-水(体积分数为 1:1)洗脱,收集洗脱液,从流分 I 中得到化合物 1 和 2 (共 6 mg);从流分 II 中得到化合物 3 (5 mg);从流分 III 中得到化合物 4 (20 mg);从流分 IV 中得到化合物 5 (9 mg)。

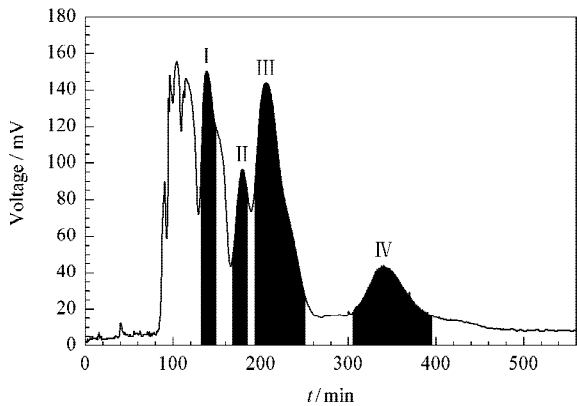


图 2 乌药叶中总黄酮成分的高速逆流色谱图
Fig. 2 HSCCC chromatogram of the total flavones from the leaves of *Lindera aggregata*
Fractions I, II, III and IV were collected.

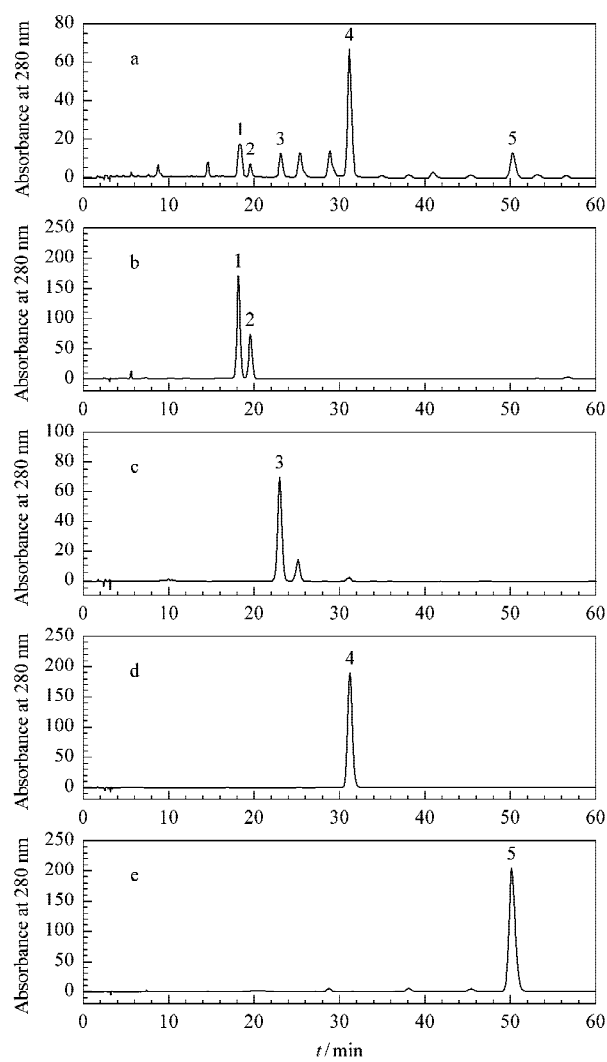


图 3 乌药叶粗提物及分离得到的 4 个流分的 HPLC 色谱图
Fig. 3 HPLC chromatograms of crude extract from *Lindera aggregata* leaves and four fractions in Fig. 2
a. total flavones of *Lindera aggregata* leaf ; b. fraction I ;
c. fraction II ; d. fraction III ; e. fraction IV .
1. quercetin-3-*O*-β-D-glucoside ; 2. quercetin-5-*O*-β-D-glucoside ; 3. quercetin-3-*O*-β-D-arabinofuranoside ; 4. quercetin-3-*O*-rhamnopyranoside ; 5. kaempferol-7-*O*-α-L-rhamnopyranoside.

2.5 结构鉴定

化合物 1 :为黄色粉末 ;电喷雾电离质谱 (ESI-MS) 分析得 $[M - H]^-$ 为 m/z 463 ;核磁共振氢谱 (1H NMR) (CD_3OD) 分析得化学位移 δ 7. 59 (1H, d, $J = 2. 1$ Hz, H-2') , 7. 57 (1H, dd, $J = 8. 47$ Hz, H-6') , 7. 59 (1H, d, $J = 2. 1$ Hz, H-5') , 6. 38 (1H, d, $J = 1. 9$ Hz, H-8) , 6. 38 (1H, brs, H-6) , 5. 14 (1H, d, $J = 7. 8$ Hz, H-1'') ; ^{13}C NMR 分析数据见表 2。NMR 数据与文献 [7, 8] 报道的槲皮素-3-*O*-β-D-葡萄糖苷的数据一致。

化合物 2 :为黄色粉末 ;ESI-MS 分析得 $[M - H]^-$ 为 m/z 463 ; 1H NMR (CD_3OD) 分析得化学位移 δ 7. 59 (1H, d, $J = 2. 1$ Hz, H-2') , 7. 57 (1H, dd, J

$= 8. 47$ Hz, H-6') , 6. 85 (1H, d, $J = 8. 54$ Hz, H-5') , 6. 38 (1H, d, $J = 1. 9$ Hz, H-8) , 6. 38 (1H, brs, H-6) , 5. 14 (1H, d, $J = 7. 8$ Hz, H-1'') ; ^{13}C NMR 分析数据见表 2。NMR 数据与文献 [9] 报道的槲皮素-5-*O*-β-D-葡萄糖苷的数据一致。

化合物 3 :为黄色粉末 ;ESI-MS 分析得 $[M + H]^+$ 为 m/z 435 ; 1H NMR (CD_3OD) 分析得化学位移 δ 7. 6 (1H, d, H-2') , 7. 58 (1H, dd, $J = 8. 37$ Hz, H-6') , 6. 85 (1H, d, $J = 8. 26$ Hz, H-5') , 6. 38 (1H, brs, H-8) , 6. 20 (1H, brs, H-6) , 5. 17 (1H, d, $J = 7. 1$ Hz, H-1'') ; ^{13}C NMR 分析数据见表 2。NMR 数据与文献 [10] 报道的槲皮素-3-*O*-β-D-呋喃阿拉伯糖苷的数据一致。

化合物 4 :为黄色粉末 ;ESI-MS 分析得 $[M + H]^+$ 为 m/z 449 ; 1H NMR (CD_3OD) 分析得化学位移 δ 7. 22 (1H, d, $J = 1. 6$ Hz, H-2') , 7. 19 (1H, dd, $J = 8. 3$ Hz, H-6') , 6. 81 (1H, d, $J = 8. 3$ Hz, H-5') , 6. 26 (1H, brs, H-8) , 6. 10 (1H, brs, H-6) , 5. 25 (1H, s, H-1'') ; ^{13}C NMR 分析数据见表 2。NMR 数据与文献 [3] 报道的槲皮素-3-*O*-吡喃鼠李糖苷的数据一致。

化合物 5 :为黄色粉末 ;ESI-MS 分析得 $[M + H]^+$ 为 m/z 433 ; 1H NMR (CD_3OD) 分析得化学位移 δ 7. 64 (2H, d, $J = 8. 75$ Hz, H-2' , 6') , 6. 82 (1H, d, $J = 8. 75$ Hz, H-3' , 5') , 6. 15 (1H, d, $J = 1. 65$ Hz, H-8) , 6. 1 (1H, brs, H-6) , 5. 26 (1H, d, $J = 1. 57$ Hz, H-1'') ; ^{13}C NMR 分析数据见表 2。NMR 数据与文献 [11, 12] 报道的山奈酚-7-*O*-α-L-吡喃鼠李糖苷的数据一致。

表 2 ^{13}C NMR 测定的化合物 1 ~ 5 的化学位移

Table 2	Chemical shifts (δ) of flavonoids 1 – 5 by ^{13}C NMR				
Position	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5
2	158. 8	150. 3	158. 7	158. 8	146. 1
3	136. 1	133. 3	135. 7	136. 5	136. 2
4	179. 8	179. 8	179. 7	179. 9	179. 3
5	163. 2	159. 3	163. 4	163. 5	158. 9
6	100. 4	100. 4	100. 3	100. 1	101. 8
7	166. 9	166. 9	166. 5	166. 1	163. 2
8	95. 1	95. 1	95. 1	95. 0	96. 3
9	159. 1	158. 8	159. 2	159. 6	162. 0
10	105. 8	105. 8	105. 9	106. 2	104. 8
1'	123. 4	123. 4	123. 5	123. 3	123
2'	116. 4	117. 9	116. 3	116. 7	132. 1
3'	146. 1	140. 1	146. 3	146. 6	116. 9
4'	150. 3	146. 1	150. 2	150	159. 2
5'	118. 1	116. 3	117. 5	117. 2	116. 9
6'	123. 3	123. 5	123. 3	123. 2	132. 1
1''	104. 7	104. 7	105	103. 8	103. 8
2''	73. 5	76	71. 3	72. 3	72. 3
3''	77. 5	78. 7	75. 5	72. 4	72. 5
4''	70. 3	71. 5	77. 8	73. 6	73. 6
5''	75. 4	78. 5	67. 5	72. 2	72. 3
6''	62. 3	62. 9		17. 9	17. 9

3 结论

应用高速逆流色谱法从乌药叶中分离制备了黄酮类成分,得到 5 个黄酮苷类化合物,其中化合物 1,2,3,5 为该植物中首次分离得到。

与常规柱色谱方法比较,该法具有简便、快速、节省溶剂的特点,具有较好的实际应用价值。

本研究对于阐明乌药叶的药效物质基础,扩大乌药的药用部位与资源具有一定的意义。

参考文献：

[1] Zhang M J. Sichuan Journal of Traditional Chinese Medicine (张茂江. 四川中医), 1994, 12(5) :18

[2] Liang X M, Zhou Q, Dagu Q J. Journal of Hygiene Research (梁向明, 周芹, 大谷晴久. 卫生研究), 2006, 35(5) :636

[3] Zhang C F, Sun Q S, Zhao Y Y, Wang Z T. Chinese Journal of Medicinal Chemistry (张朝凤, 孙启时, 赵燕燕, 王峥涛. 中国药物化学杂志), 2001, 11(5) :274

[4] Zhang C F, Sun Q S, Chou G X, Wang Z T. Journal of Shenyang Pharmaceutical University (张朝凤, 孙启时, 俞桂

新, 王峥涛. 沈阳药科大学学报), 2003, 20(5) :342

[5] Cao X L, Tian Y, Zhang T Y, Li X, Ito Y. J Chromatogr A, 1999, 855(2) :709

[6] Mandava N B, Ito Y. Counter-Current Chromatography : Theory and Practice. New York :Marcel Dekker, 1998 :433

[7] Meforr I, Passreiter C M, Willhm G. Biochem Syst Ecol, 1995, 23(6) :681

[8] Tian J K, Zhou Z M, Xu L Z, Yang S L. Chinese Traditional and Herbal Drugs (田景奎, 邹忠梅, 徐丽珍, 杨世林. 中草药), 2001, 32(11) :967

[9] Shen J, Liang J, Peng S L, Ding L S. Natruel Product Research and Development (沈进, 梁健, 彭树林, 丁立生. 天然产物研究与开发), 2004, 16(5) :391

[10] Xiang Y, Zheng Q A, Zhang C K, Yao X H, Lu D Y, Tu Z B. Chinese Traditional and Herbal Drugs (向瑛, 郑庆安, 张灿奎, 姚喜花, 卢大炎, 屠治本. 中草药), 2001, 32(7) :588

[11] Yu R M, Li X, Zhu T R. China Journal of Chinese Materia Medica (于荣敏, 李铤, 朱廷儒. 中国中药杂志), 1989, 14(8) :34

[12] Li N, Li X, Yang S L, Wang J H, Wang N. Journal of Shenyang Pharmaceutical University (李宁, 李铤, 杨世林, 王金辉, 王楠. 沈阳药科大学学报), 2004, 21(2) :105

.....

欢迎订阅 欢迎投稿

《质谱学报》

国内刊号：CN 11-2979/TH 国际标准刊号：ISSN 1004-2997 邮发代号：82-349 国外发行代号：Q 1717

《质谱学报》(双月刊)是经国家科委批准,由中国质谱学会、中科院北京科学仪器研制中心主办,中国原子能科学研究院承办的学术期刊,中国科学院《核心期刊》之一。

本刊的宗旨是刊登物理、化学、生物化学、材料化学、核科学、地球科学、生命科学等基础学科中质谱法的新理论、新方法、新技术及其在各领域的应用研究成果;介绍质谱学及其相关技术在上述前沿课题研究中的最新进展;反映质谱技术广泛应用于农业、石油、地质、药物、化工、临床医学、生物工程、原子能、同位素分析、环境监测、食品质控、材料分析、公安司法、军事部门等国民经济多领域的研究成果。本刊栏目设置有“研究报告”、“研究简报”、“综述”、“讲座”、“技术交流”、“实用信息”等。读者主要对象为从事分析化学研究和测试的科技人员及大中专院校师生。

本刊先后被美国《化学文摘,CA》、俄罗斯《文摘杂志》、《中国科学引文数据库》、《中国科技论文数据库》、《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库、《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)》、中国期刊全文数据库(CJFD)》、《中国学术期刊(光盘版)》、《中文科技期刊数据库》、《中国无机分析化学文摘》、《方正 Apabi 电子期刊》等收录,并已入网“万方数据-数字化期刊群”。本刊介绍网址 <http://www.jcmss.com.cn>。

本刊国内外公开发行。大 16 开,单价 10.00 元/册,全年 60 元。请在全国各地邮局订阅。未在邮局订到者可直接向本编辑部补订。汇款时请写明汇款用途:订阅《质谱学报》杂志。

银行汇款：
帐 号 D2000266090088002-52
户 名 中国原子能科学研究院
开户行 工商银行北京房山支行二六六分理处

邮局汇款：
联系电话 D10-69357734 E-mail jcmss401@163.com
网址 http://www.jcmss.com.cn
联系地址 北京 275 信箱 65 分箱《质谱学报》编辑部,邮编 102413

《质谱学报》编辑部
2007 年 9 月