

加速溶剂萃取技术在中药有效成分分析中的应用

陈军辉^{1,2}, 杨佰娟¹, 李文龙¹, 王小如^{1,3}, 黎先春¹, 杨黄浩¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所 青岛市现代分析技术暨中药标准化重点实验室, 山东 青岛 266061;

2. 中国海洋大学化学化工学院, 山东 青岛 266003; 3. 厦门大学化学化工学院化学系

现代分析科学教育部重点实验室, 福建 厦门 361005)

摘要: 以两种药材为研究实例, 对加速溶剂萃取法 (ASE) 在中药材有效成分提取研究中的应用进行了简要介绍。采用正交试验法考察了提取丹参中丹酚酸 B 的提取条件 (萃取温度、静态萃取时间、萃取溶剂以及料液比), 确定了较好的实验条件。比较了 ASE、水蒸气蒸馏法、超声波提取法及索氏提取法对木香挥发油的提取效果, 结果表明 ASE 对木香挥发油的提取效果最好。

关键词: 加速溶剂萃取法; 丹参; 木香

中图分类号: O658 文献标识码: A 文章编号: 1000-8713(2007)05-0628-05 栏目类别: 样品预处理方法专栏

Application of Accelerated Solvent Extraction Technique for Analysis of Active Components in Traditional Chinese Medicinal Herbs

CHEN Junhui^{1,2}, YANG Baijuan¹, LI Wenlong¹, WANG Xiaoru^{1,3},

LEE Frank Sen-Chun¹, YANG Huanghao¹

(1. Qingdao Key Laboratory on Analytical Technology Development and Standardization of Traditional Chinese Medicines, The First Institute of Oceanography of State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China;

2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

3. Department of Chemistry and the Key Laboratory of Analytical Science of the Ministry of Education, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract The application of accelerated solvent extraction (ASE) technique for the Analysis of active components in traditional Chinese medicinal herbs was introduced by using two kinds of herbs as examples. The conditions including extraction temperature, static extraction time, the ratio of material to solvent and solvent of ASE for extraction of salvianolic acid B in *Salvia miltiorrhiza* were optimized by orthogonal experiments, and the optimal conditions were obtained. Different extraction methods (ASE, steam distillation, ultrasonic wave and Soxhlet extraction) were used to extract volatile oil in *Aucklandia lappa* Decne. Results of the comparative experiments indicated that ASE was the most effective method in this case. All the results from these studies demonstrate that ASE is indeed a powerful tool in the preparation of herbal extracts for downstream chromatographic analysis.

Key words accelerated solvent extraction; *Salvia miltiorrhiza*; *Aucklandia lappa* Decne

在中药有效成分的现代色谱技术分析中, 好的样品制备方法及其技术不但能最大限度地发挥现代色谱仪器的分析测定功能, 而且利用这些技术同样也提高了用色谱仪器测定各种样品的综合分析能力。目前, 中药材色谱分析样品制备方法正处在多种处理技术并存、已有的技术和新开发出来的技术

不断组合的局面下, 其目的是要实现快速、有效、简单和自动地完成分析样品的制备过程。在过去的几年中, 许多新的萃取方法 (自动索氏提取、微波萃取、超声波萃取和超临界萃取) 被尝试替代传统的萃取技术, 其目的都是为了减少溶剂的用量和减少样品的预处理时间, 但都存在着一定的缺点和不足。

收稿日期: 2007-05-28

第一作者: 陈军辉, 男, 博士研究生, E-mail: chen2000junhui@163.com

通讯联系人: 王小如, 女, 教授, 博士生导师, Tel: (0532)88963253, E-mail: mt2eip@fin.org.cn

基金项目: 青岛“2004将才计划”(043-JH11)和共建生物医药研发测试中心(LS-05-KJX-76)资助。reserved. <http://www.cnki.net>

加速溶剂萃取 (accelerated solvent extraction, ASE) 又称快速溶剂萃取, 是 1995 年提出的一种从固体和半固体基质中提取分析物的样品萃取技术^[1]。其原理是在密闭容器内, 在高温、高压条件下用溶剂提取样品; 通过增大压力来提高溶剂的沸点, 使溶剂在高于正常沸点的温度下仍处于液态, 可以提高目标成分的溶解度; 同时, 温度升高可以降低溶剂黏度, 有利于溶剂分子向基质扩散, 样品基质对被分析物的作用随着温度的升高而降低, 被分析物与基质之间的作用力减弱, 加速了被分析物从基质中脱离并快速进入溶剂。ASE 技术较常规提取方法具有耗时少、消耗溶剂少、提取效率高、操作模式多样化以及操作过程自动化等优点, 已经广泛运用于药品、食品、环境样品、化工产品等的分析及农检、商检、进出口检验检疫、刑侦等诸多领域当中^[2-9]。国内外已有多位学者将这项技术应用于药用植物有效成分的定性、定量分析中^[10-30], 例如 Wan 等^[10]采用 ASE-高效液相色谱 (HPLC)-蒸发光散射检测 (ELSD) 技术对三七不同部位的有效成分进行研究, Lao 等^[11]采用 ASE-气相色谱 (GC)-质谱 (MS) 技术对当归中的 13 种成分进行了测定, 喻凌寒等^[27]采用 ASE 反相 HPLC 测定了青蒿中的青蒿素。本文对 ASE 在丹参、木香有效成分提取中的应用进行了介绍。

1 实验部分

1.1 仪器、试剂与材料

1100 高效液相色谱仪, 配有四元梯度泵、二极管阵列 (DAD) 检测器和自动进样器等 (美国 Agilent 公司); 6890N 气相色谱-5973N 质谱仪 (美国 Agilent 公司); ASE100 快速溶剂萃取仪, 配有 34 mL 萃取池 (美国 Dionex 公司); SK3200 LH 超声波清洗器 (上海科导超声仪器有限公司)。

甲醇、乙醇均为分析纯, 乙腈 (HPLC 级, 购于德国 Merck 公司), 实验用水为超纯水 (Milli-Q, 18.2 M Ω ·cm); 丹酚酸 B 标准品 (含量大于 98%) 由昆明同持医药研究有限公司提供, 木香烯内酯标准品购自中国药品生物制品检定所, 丹参由四川中江丹参 GAP 基地提供, 木香样品购于青岛市药店。

1.2 加速溶剂萃取法提取

准确称取药材样品 (粉碎至粒径为 0.3~0.45 mm, 即过 40~60 目筛) 1~5 g 与 5 g 细沙 (淘洗干净并烘干) 混合均匀, 置于萃取池中, 萃取池底部提前加入过滤膜, 将萃取池放在固定装置上, 关闭萃取池门。以水、甲醇、乙醇等为提取溶剂, 设定 ASE 提取方法参数 (包括: 提取时间、温度、循环次数等),

启动快速溶剂萃取仪, 提取完成后自动停止, 取提取液定容至 50 mL, 过 0.45 μ m 滤膜。

1.3 色谱条件

1.3.1 测定丹酚酸 B 的 HPLC 条件

色谱柱: Beckman ODS (4.6 mm \times 250 mm, 5 μ m)。流动相: A 甲醇; B. 0.5% 冰醋酸水溶液。梯度洗脱程序为: 0 min, 30% B; 20 min, 50% B; 流速 1.0 mL/min; 柱温 25 $^{\circ}$ C; 进样量 5 μ L; 检测波长 281 nm。

1.3.2 测定木香挥发油的 GC-MS 条件

HP-5MS 石英毛细管柱 (30 m \times 0.25 mm, 0.25 μ m), 载气为氦气, 流速 1 mL/min; 进样口温度 250 $^{\circ}$ C, 传输线温度 300 $^{\circ}$ C。电子能量 70 eV, 离子源温度 230 $^{\circ}$ C, 四极杆温度 150 $^{\circ}$ C。升温程序为: 初温 80 $^{\circ}$ C, 以 4 $^{\circ}$ C/min 的速率升到 250 $^{\circ}$ C。进样量 1 μ L, 不分流进样, 扫描方式为 Scan 方式。

2 结果与讨论

2.1 丹酚酸类化合物的 ASE 萃取

我国药物研究人员从 20 世纪 80 年代开始对丹参的水溶性成分进行研究。首先报道了丹参素的结构, 此后陆续发现了数十种水溶性成分, 并明确了其化学结构, 证明丹参的水溶性有效成分主要是酚酸类化合物。2005 年版中国药典以丹参的水溶性成分丹酚酸 B (含量不得低于 3.0%) 作为控制丹参药材质量的指标性成分。本研究以丹酚酸 B 的提取率为评价指标, 采用 HPLC-DAD 对其进行测定, 对 ASE 萃取丹参酚酸类成分的提取条件进行了优化。

2.1.1 丹参 ASE 萃取条件的优化

由于影响快速溶剂萃取的因素较多, 因此最佳工艺条件的确定必须通过合理的实验设计来完成。正交试验设计是研究和处理多因素实验的一种科学方法, 也是目前多因素寻优的较好方法。因此本工作采用正交试验选择合适的实验条件。根据初步试验结果可知, 影响丹酚酸 B 快速溶剂萃取过程的主要因素是萃取温度、静态萃取时间、萃取溶剂以及料液比 (丹参药材质量 (g) 与溶剂体积 (mL) 之比)。因此本实验确定萃取温度、静态萃取时间、萃取溶剂以及料液比为考察因素 (各取三个水平), 以丹酚酸 B 的提取率 (提取所得丹酚酸 B 的质量与原丹参药材质量的比值乘以 100%) 为指标, 采用四因素三水平正交试验方案 $L_9(3^4)$ (表 1) 安排实验, 考察了几个因素对快速溶剂萃取丹酚酸 B 过程的影响, 并据此确定快速溶剂萃取丹参中丹酚酸 B 的较佳工艺条件。实验中加速溶剂萃取技术的其他工作参数如下: 萃取压力 10.3~11.0 MPa (1500~1600 psi)

(戴安公司的 ASE 100 萃取系统不能固定萃取压力)、冲洗体积为 60%、萃取次数为 1 次、氮吹时间为 1 min, 实验结果见表 2。

> 静态萃取时间 > 萃取温度。

2.1.2 最佳提取条件的验证

为验证 A₁B₂C₃D₂ 组合的正确性, 按此组合做 6 次平行实验, 丹酚酸 B 的提取率分别为 10.05%, 10.01%, 9.98%, 10.11%, 10.20%, 10.09%, 平均值为 10.07%, 6 次实验的相对标准偏差只有 0.78%, 有较高的可靠性和重复性。

2.1.3 丹酚酸 B 的快速溶剂萃取与传统提取方法的比较

称取丹参药材 10.0 g 加入 100 mL 水于 100 °C 恒温电热板上加热, 分别于 5, 10, 15, 30, 45, 60 和 90 min 取样, 测定提取液中丹酚酸 B 的含量, 并计算其提取率, 结果见表 4。

表 4 采用传统提取法丹酚酸 B 的提取率

Extraction time/ min	5	10	15	30	45	60	90
Extraction ratio/ %	4.97	5.09	5.21	5.53	5.68	5.62	5.55

由表 4 丹酚酸 B 的提取率结果可知, 采用传统提取方法提取, 开始一段时间内提取时间越长丹酚酸 B 的提取率越高; 到 45 min 时, 丹酚酸 B 的提取率最高; 再延长提取时间, 提取率不但没有提高, 反而稍有下降, 这主要是因为受热时间过长, 丹酚酸 B 发生了降解反应。快速溶剂萃取技术提取丹酚酸 B 是在高压下加热, 高温时间短, 大大降低了丹酚酸 B 的降解, 与传统提取方法相比, 在料液比相当条件下, 提取率提高了近一倍, 且节省了提取时间。

2.2 木香挥发性成分的 ASE 提取

挥发油是木香的主要有效成分, 含有多种倍半萜类化合物, 尤以木香烯内酯和脱氢木香内酯含量最高, 且具有抗炎、抗肿瘤、抗病毒等生物活性, 为木香的主要活性成分, 也是木香质量控制的主要指标^[31]。本课题组对木香挥发油的 ASE 提取与其他提取方法进行了比较研究。

木香挥发油不同提取方法所得提取物的典型 GC-MS 分析色谱图如图 1 所示, 超声法、快速溶剂萃取法和索氏提取法所得挥发油色谱图轮廓基本一致, 所得有效成分也很相似。而水蒸气蒸馏法所得挥发油成分比较复杂, 在 10~25 min 之前出现很多化合物, 是一些小分子酸类, 在 27 min 后几乎没有任何化合物出现, 木香烯内酯有效成分含量较其他 3 种提取方法低很多。根据质谱检测器获得的各化合物的相对分子质量信息, 结合文献报道^[32-34], 对图 1-c 中 16 个色谱峰中的 9 个主要色谱峰进行了

表 1 快速溶剂萃取正交设计因素和水平表

Table 1 Factors and levels of the orthogonal test

Level	Factors			
	solvent (A)	static extraction time/min (B)	extraction temperature/ °C (C)	sample weight/g (D)
1	water	5	60	5
2	ethanol	10	90	3
3	70% ethanol	3	120	1

表 2 快速溶剂萃取的正交试验结果 (n = 3)

Table 2 The results of L₉(3⁴) orthogonal test (n = 3)

No	A	B	C	D	Extraction ratio of salvianolic acid B/%
1	1	1	1	1	3.36
2	1	2	2	2	8.96
3	1	3	3	3	3.35
4	2	1	2	3	0.42
5	2	2	3	1	1.24
6	2	3	1	2	0.16
7	3	1	3	2	8.77
8	3	2	1	3	4.37
9	3	3	2	1	2.47
K ₁	5.22	4.19	2.63	2.36	
K ₂	0.61	4.86	3.95	5.97	
K ₃	5.20	1.99	4.46	2.71	
R	4.62	2.86	1.82	3.61	

K₁、K₂、K₃ 为水平均值, R 为极值。由表 2 可知: 对于因素 A, K₁ > K₃ > K₂; 对于因素 B, K₂ > K₁ > K₃; 对于因素 C, K₃ > K₂ > K₁; 对于因素 D, K₂ > K₃ > K₁。因此选择的较佳试验条件为 A₁B₂C₃D₂, 即以水为萃取溶剂, 静态萃取 10 min, 萃取温度为 120 °C, 样品用量为 3 g。

为了确定所考察的因素 (萃取温度、静态萃取时间、萃取溶剂及料液比) 对提取效率的影响, 对正交试验的结果进行了方差分析 (见表 3)。

表 3 方差分析表

Table 3 Analysis of variance

Origin of variance	S	f	F
Solvent	42.40	2	2.00
Static extraction time	13.44	2	0.63
Extraction temperature	5.32	2	0.25
Sample weight	23.72	2	1.12
Error	84.89	8	

表 2 和表 3 的结果表明, 萃取溶剂、萃取温度、静态萃取时间及料液比对提取过程的影响表现出明显的差别。从丹参中丹酚酸 B 的提取率来看, 其影响因素按从大到小的顺序依次为萃取溶剂 > 料液比

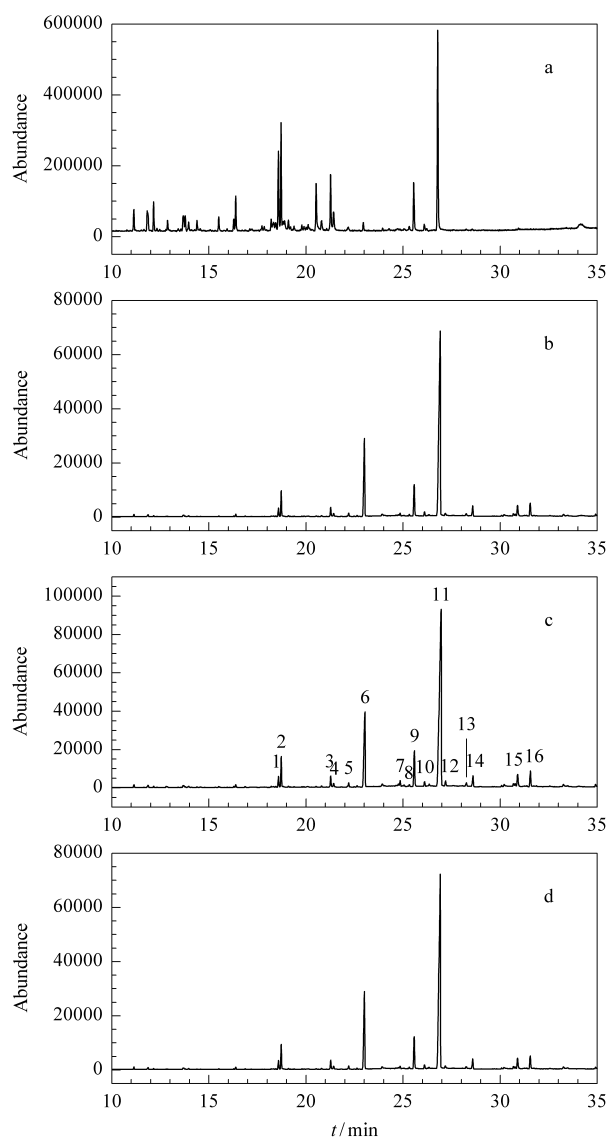


图 1 采用 (a) 水蒸气蒸馏法、(b) 超声法、(c) ASE 和 (d) 索氏提取法提取得到的木香挥发油的 GC-MS 总离子流色谱图

Fig 1 GC-MS total ion current chromatograms of volatile oil extracted from *Aucklandia lappa Decne* by (a) steam distillation extraction, (b) ultrasonic assisted extraction, (c) ASE and (d) Soxhlet extraction

Peak identifications: 3. α -costol, 5. saussurealactone, 6. costunolide, 8. isocostunolide, 9. β -cyclocostunolide, 11. dehydrocostuslactone, 14. dehydrosaussurealactone, 15. magnolialide, 16. reynosin

鉴定, 峰 3 为 α -木香醇、峰 5 为夙毛菊内酯、峰 6 为木香烯内酯、峰 8 为异木香烯内酯、峰 9 为 β -环木香烯内酯、峰 11 为去氢木香内酯、峰 14 为去氢夙毛菊内酯、峰 15 为木兰属内酯、峰 16 为瑞诺木烯内酯。

同时比较了 4 种提取方法所得挥发油的提取效率 (结果见表 5), 可以看出快速溶剂萃取法的提取效率略高于超声法而低于索氏提取法, 水蒸气蒸馏法的提取效率最低 (为 1.3%)。因此, 加速溶剂萃取法是中药材木香挥发油萃取的有效方法。

表 5 挥发油不同提取方法提取率的比较

Table 5 Extraction yield of volatile oil by different extraction methods

Method	Extraction time	Solvent volume/mL	Extraction yield/%
Ultrasonic assisted extraction	40 min	50	7.27
Accelerated solvent extraction	10 min	54	7.54
Soxhlet extraction	6 h	50	9.76
Steam distillation extraction	5 h	-	1.31

3 展望

加速溶剂萃取技术是近年来发展起来的一种全新的萃取方法, 已被美国国家环保局批准为 EPA3545 号标准方法^[35], 但是在食品和天然产物研究领域还没有形成标准方法, 这就需要科研工作者进行更深入的探索。目前, ASE 提取法在环境、食品分析等领域广泛应用, 在天然产物研究实验室也受到越来越广泛的关注。虽然加速溶剂萃取法也存在着仪器成本高、不适用于热敏化合物、对操作者要求较高等一些缺点, 但是由于其具有的突出优点, 在中药材活性成分现代分析研究中, 必然会展现出越来越强大的生命力。

参考文献:

- [1] Richter B E, Jones B A, Ezzell J L, Porter N L, Avdalovic N, Pohl C. *Anal Chem*, 1996, 68(6): 1033
- [2] Abend A M, Chung L, McCollum D G, Wuefeling W P, J Pham. *Biom ed Anal*, 2003, 31(6): 1177
- [3] Dabrowski L, Giergielwicz Mozajska H, Biziuk M, Gaca J, Nanieśnik J. *J Chromatogr A*, 2002, 957: 59
- [4] Giergielwicz Mozajska H, Dabrowski L, Nanieśnik J. *Critical Reviews Anal Chem*, 2001, 31(3): 149
- [5] Urraca J L, Marazuela M D, Moreno-Bondí M C. *Anal Chim Acta*, 2004, 524: 175
- [6] Bustan ante-Rangel M, Delgado-Zam arreno M M, Sanchez-Perez A, Carabias Martínez R. *Anal Chim Acta*, 2007, 587: 216
- [7] Nording M, Sporning S, Wiberg K, Bjorklund E, Haglund P. *Anal Bioanal Chem*, 2005, 381: 1472
- [8] Li X, Zhang Y, Sun Y Z, Zhong W K, Qin Y M, Chen Y Z, Wang D N. *Chinese Journal of Chromatography* (李翔, 张珏, 孙毅之, 仲维科, 邱月明, 陈彦长, 王大宁. 色谱), 2006, 24(4): 347
- [9] Shao B, Han H, Li D M, Zhao R, Meng J M a Y L. *Chinese Journal of Chromatography* (邵兵, 韩灏, 李冬梅, 赵榕, 孟娟, 马亚鲁. 色谱), 2005, 23(4): 362
- [10] Wan J B, Yang F Q, Li S P, Wang Y T, Cui X M. *J Pham Biom ed Anal*, 2006, 41: 1596
- [11] Lao S C, Li S P, Kan K K W, Li P, Wan J B, Wang Y T, Dong T T X, Tsui K W K. *Anal Chim Acta*, 2004, 526: 131

- [12] Peres V F, Saffi J, Melecchi M I S, Abad F C, de Assis Jacques R, Martinez M M, Oliveira E C, Caramao E B. *J Chromatogr A*, 2006, 1105: 115
- [13] Eng A T W, Heng M Y, Ong E S. *Anal Chim Acta*, 2007, 583: 289
- [14] Yang F Q, Li S P, Chen Y, Lao S C, Wang Y T, Dong T T X, Tsin K W K. *J Pharm Biomed Anal*, 2005, 39: 552
- [15] Tam C U, Yang F Q, Zhang Q W, Guan J, Li S P. *J Pharm Biomed Anal*, 2007, 44: 444
- [16] Li P, Li S P, Lao S C, Fu C M, Kan K K W, Wang Y T. *J Pharm Biomed Anal*, 2006, 40: 1073
- [17] Jiang Y, Li P, Li S P, Wang Y T, Tu P. *J Pharm Biomed Anal*, 2007, 43: 341
- [18] Ong E S, Len S M. *Anal Chim Acta*, 2003, 482: 81
- [19] Jiang Y, Li S P, Chang H T, Wang Y T, Tu P F. *J Chromatogr A*, 2006, 1108: 268
- [20] Qin N Y, Yang F Q, Wang Y T, Li S P. *J Pharm Biomed Anal*, 2007, 43: 486
- [21] Deng C H, Yang X H, Zhang X M. *Talanta*, 2005, 68: 6
- [22] Yang F Q, Wang Y T, Li S P. *J Chromatogr A*, 2006, 1134: 226
- [23] Wan J B, Lai C M, Li S P, Lee M Y, Kong L Y, Wang Y T. *J Pharm Biomed Anal*, 2006, 41: 274
- [24] Zhao J, Li S P, Yang F Q, Li P, Wang Y T. *J Chromatogr A*, 2006, 1108: 188
- [25] Wang J Q, Zhao M J, Lin L, Chai Y L, Zeng S. *Chinese Traditional and Herbal Drugs* (汪家权, 赵民军, 林岚, 柴婴蕾, 曾苏. 中草药), 2005, 36(12): 1797
- [26] Li P, Wan J B, Li S P, Wang Y T. *Chinese Journal of Natural Medicines* (李鹏, 万建波, 李绍平, 王一涛. 中国天然药物), 2004, 2(3): 157
- [27] Yu L H, Song Z G, Chen J H, Mou D H, Su L K, Teng J W. *Chinese Journal of Analysis Laboratory* (喻凌寒, 宋之光, 陈江韩, 牟德海, 苏流坤, 腾久委. 分析试验室), 2006, 25(8): 68
- [28] Wang S H, Xiong Y, Wang X H. *Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis* (王淑红, 熊英, 王祥红. 药物分析杂志), 2006, 26(5): 703
- [29] Wang Q, Liu S K, Fu C M, Li Z W. *West China Journal of Pharmaceutical Sciences* (王乾, 刘三康, 付春梅, 李章万. 华西药理学杂志), 2006, 21(2): 184
- [30] Su X G, Huang T L, Wang N S. *Traditional Chinese Drug Research & Clinical Pharmacology* (苏新国, 黄天来, 王宁生. 中药新药与临床药理), 2007, 18(2): 141
- [31] Xu H, Wang Z T, Liu S S, Jiang Y T, Liu K. *Chinese Pharmaceutical Journal* (许卉, 王峥涛, 刘生生, 姜永涛, 刘珂. 中国药理学杂志), 2001, 41(16): 1214
- [32] Yang H, Xie J L, Sun H D. *Acta Botanica Yunnanica* (杨辉, 谢金伦, 孙汉董. 云南植物研究), 1997, 19(1): 85
- [33] Yin H Q, Qi X L, Hua H M, Pei Y H. *Chinese Journal of Medicinal Chemistry* (尹宏权, 齐秀兰, 华会明, 裴月湖. 中国药物化学杂志), 2005, 15(4): 217
- [34] Dai B, Qiu C E. *Chinese Journal of Ethnopharmacology and Ethnopharmacy* (戴斌, 丘翠嫦. 中国民族民间医药杂志), 1995, 1: 15
- [35] *Test Methods for Evaluation Solid Waste Method 3545 USEPA SW-846* Washington, D C: GPO, 1995

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

《分析试验室》征订启事

国内统一刊号: CN 11-2017/TF
国际 CODEN 码: FENSE4

国际标准刊号: ISSN 1000-0720
广告经营许可证: 京西工商广字第 0441 号

邮发代号: 82-431
国外代号: M 848

《分析试验室》是中文核心期刊, 月刊, 大 16 开, 128 页, 国内外公开发行, 每月 1 日出版。

《分析试验室》于 1982 年创刊, 目前已成为我国著名的分析化学专业刊物, 影响遍及冶金、地质、石油化工、环保、药物、食品、农业、商品检验和海关等社会各行业及各学科领域。《分析试验室》以突出创新性和实用性为办刊宗旨, 作者来自全国各行业的生产、科研第一线; 在国际上常年被“CA”等国内外多家检索数据库、文摘收录, 影响因子连续多年列化学类前列。本刊常设“研究报告”、“研究简报”、“仪器装置与设备”等栏目。“定期评述”栏目系统发布特邀知名专家学者撰写的国内外分析化学各领域的综合评述, 连续跟踪学术发展前沿。“国际会议”栏目每期介绍影响广泛的分析化学领域国际学术交流会议。

本刊于 2007 年 1 月 1 日起对所有投稿全部采用网络在线形式处理。欢迎登陆《分析试验室》编辑部网站 www.analab.cn, 2008 年《分析试验室》每期定价 15 元, 全年 12 期, 180 元。

全国各地邮局征订, 邮发代号 82-431。漏订的读者可直接与编辑部联系。

联系方式:

联系电话: 010-82013328 E-mail: analysislab@263.net ana-info@263.net

编辑部地址: 北京新街口外大街 2 号 邮编: 100088

《分析试验室》编辑部

2007 年 9 月