

# 紫草药材的HPLC指纹图谱研究及其 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量测定<sup>△</sup>

米尔尼沙·阿不都热依木<sup>1\*</sup>,董婷霞<sup>1</sup>,郭江扬<sup>1</sup>,阿吉·艾克拜尔艾萨<sup>2</sup>,詹华强<sup>1#</sup>(1.香港科技大学生命科学部暨中药研发中心,香港;2.中国科学院新疆理化技术研究所,乌鲁木齐 830001)

中图分类号 R284.1;R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2014)03-0262-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2014.03.23

**摘要** 目的:研究紫草药材的高效液相色谱(HPLC)指纹图谱,并测定其中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量。方法:色谱柱为ACE C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5  $\mu$ m),流动相为乙腈-0.1%甲酸溶液(70:30, V/V),检测波长为516 nm,流速为1.0 ml/min。结果:所得紫草药材的HPLC指纹图谱分离度、精密度、重复性和稳定性均良好;10批紫草药材指纹图谱的相似度均>0.950。 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的进样量在0.3~9.0  $\mu$ g范围内与其峰面积积分值呈良好的线性关系( $r=0.999\ 9$ );平均加样回收率为101.40%, RSD=4.08% ( $n=6$ );不同产地紫草药材中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量差异较大。结论: $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁可作为紫草药材含量测定和指纹图谱研究的指标性成分。所建方法可以为2015年版《中国药典》紫草药材标准的修订提供一定的依据。

**关键词** 紫草;指纹图谱;高效液相色谱法; $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁;含量测定

**Analysis of HPLC Fingerprints and Content Determination of  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin in Arnebiae Radix**  
Miernisha·Abudureyimu<sup>1</sup>, DONG Ting-xia<sup>1</sup>, GUO Jiang-yang<sup>1</sup>, Haji·Aikebaieraisa<sup>2</sup>, TSIM Wah-keung Karl<sup>1</sup>(1.Life Science Division&Center for Chinese Medicine R&D, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China; 2.Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, China Academy of Science, Urumqi 830001, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To study HPLC fingerprints of Arnebiae Radix, and to determine the contents of  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin. METHODS: The determination was performed on ACE C<sub>18</sub> column (250 mm×4.6 mm, 5  $\mu$ m) with mobile phase consisted of acetonitrile-0.1% formic acid (70:30, V/V) at the flow rate of 1.0 ml/min. The detection wavelength was set at 516 nm. RESULTS: HPLC fingerprints of Arnebiae Radix showed good separation, precision, reproducibility and stability; the similarity of the fingerprints in 10 batches of Arnebiae Radix was more than 0.950. The linear range of  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin were 0.3-9.0  $\mu$ g ( $r=0.999\ 9$ ) with an average recovery of 101.40% (RSD=4.08%,  $n=6$ ). The contents of  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin from different habitats were significantly different from each other. CONCLUSIONS:  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin can be good chemical marker for the content determination and fingerprint study of Arnebiae Radix. It can provide basis for the verification standards of Arnebiae Radix in Chinese Pharmacopeia (2015 edition).

**KEYWORDS** Arnebiae Radix; Fingerprint; HPLC;  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin; Content determination

紫草为紫草科多年生草本植物新疆紫草 *Arnebia euchroma* (Royle) Johnston 或内蒙紫草 *A. guttata* Bunge 的干燥根,主产于新疆和内蒙古等地。它始载于《神农本草经》,列为中品,具有清热凉血、活血解毒、透疹消斑的功能,用于治疗血热毒盛、斑疹紫黑、麻疹不透、疮疡、湿疹、水火烫伤,是中医临床常用药物<sup>[1]</sup>。2010年版《中国药典》(一部)记载紫草的含量测定方法,一是用紫外分光光度法测定羟基萘醌类总色素(以左旋紫草素计)的含量;二是用高效液相色谱(HPLC)法测定 $\beta$ , $\beta'$ -二甲基丙烯酰阿卡宁的含量。但是笔者经研究发现,从市场上收集和从产地采集的10批不同产地的紫草中,左旋紫草素和

$\beta$ , $\beta'$ -二甲基丙烯酰阿卡宁的含量均极少或无法检测到。前期试验中,笔者分离到10批药材中均会出现一个主要成分,经结构鉴定是 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁( $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin)<sup>[2]</sup>。因此,本研究以 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁为指标性成分,建立了10个不同产地紫草药材的HPLC指纹图谱,并对紫草中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量进行测定,旨在为紫草药材全面的质量控制提供全新的科学依据,也为2015年版《中国药典》有关紫草的标准修订提供新的证据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

HPLC仪,含G1312B型色谱泵、G1315C型二极管阵列检测器(DAD)、G1367D型自动进样器、在线脱气机、Chem-Station for LC 3D型色谱工作站(美国Agilent公司);SB5200型超声波清洗机[必能信超声(上海)有限公司];R200D型电子分析天平(德国Sartorius公司);R210型旋转蒸发器(瑞士Buch公司)。

<sup>△</sup> 基金项目:香港特别行政区卫生署《香港中药材标准》项目(No. DH/TCMD/HKCMMS/12-80/98C)

\* 硕士研究生。研究方向:中药质量控制。电话:00852-23587924。E-mail: mihirnisal11@gmail.com

# 通信作者:教授,博士。研究方向:中药方剂的作用机制。电话:00852-23587332。E-mail: botsim@ust.hk

## 1.2 药品与试剂

$\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁对照品由中国科学院新疆理化技术研究所分离纯化及鉴定,纯度>98%;乙腈(色谱纯)与甲醇、丙酮(分析纯)均购自美国Merck公司;甲酸(分析纯,美国Sigma公司);水为Mill-Q超纯水,其他试剂均为分析纯。

## 1.3 药材

紫草药材采自新疆和内蒙古,以及购自香港药材市场(来源见表1),均经香港科技大学生命科学部暨中药研发中心徐红教授鉴定为紫草科多年生草本植物紫草的干燥根,均保存于香港科技大学生命科学部。

表1 不同紫草样品来源

Tab 1 Different sources of Arnebiae Radix

编号	样品号	购买地或产地	植物来源
1	RZCC-001	香港市场(新疆)	<i>A. euchroma</i>
2	RZCC-002	香港市场(新疆)	<i>A. euchroma</i>
3	RZCC-003	香港市场(内蒙古)	<i>A. euchroma</i>
4	RZCC-004	香港市场(新疆)	<i>A. euchroma</i>
5	RZCS-001	新疆乌鲁木齐	<i>A. euchroma</i>
6	RZCS-002	新疆喀什	<i>A. euchroma</i>
7	RZCS-003	新疆阿克苏	<i>A. euchroma</i>
8	RZCS-004	内蒙古赤峰	<i>A. euchroma</i>
9	RZCS-005	新疆伊犁	<i>A. euchroma</i>
10	RZCS-006	内蒙古阿拉善	<i>A. euchroma</i>

## 2 方法与结果

### 2.1 对照品贮备液的制备

取 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁对照品2 mg,精密称定,用甲醇溶解并定容至2 ml,摇匀,即得质量浓度为1.0 mg/ml的对照品贮备液。

### 2.2 紫草HPLC指纹图谱研究

2.2.1 色谱条件 色谱柱:ACE C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5  $\mu$ m);流动相:乙腈-0.1%甲酸溶液(70:30, V/V);检测波长:516 nm;流速:1.0 ml/min;柱温:室温;进样量:10  $\mu$ l。

2.2.2 供试品溶液的制备 取待测样品细粉约0.5 g,精密称定,置50 ml离心管中,加丙酮25 ml,超声处理30 min(功率:100 W,频率:40 kHz),取出,以离心半径为10 cm、转速为3 000 r/min离心5 min后,重复上述过程一次。合并两次上清液,减压浓缩,用甲醇溶解并转移至10 ml量瓶中,过0.45  $\mu$ m微孔滤膜,作为供试品溶液。

2.2.3 精密度的试验 取同一紫草样品(样品号:RZCS-006)的供试品溶液适量,按上述色谱条件连续进样测定6次,记录色谱图。结果显示,各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD<2%,表明本方法精密度的良好,符合指纹图谱的技术要求。

2.2.4 稳定性试验 取同一紫草供试品溶液(样品号:RZCS-006)适量,分别于0、4、8、12、16、20、24 h按上述色谱条件进样测定,记录色谱图。结果显示,各共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD<2%,表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。

2.2.5 重复性试验 取同一紫草样品(样品号:RZCS-006)适量,共6份,分别按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按上述色谱条件进样测定,记录色谱图。结果显示,各共有峰相对保留时间的RSD<2%,相对峰面积的RSD<5%,表明本方法重复性良好,符合指纹图谱的技术要求。

2.2.6 样品指纹图谱测定 对来自10个不同产地的紫草样品进行指纹图谱测定,发现药材所有成分均能在30 min内被洗脱出来(见图1)。比较10个紫草样本的色谱图,发现产地间的差别并不明显(见图2)。

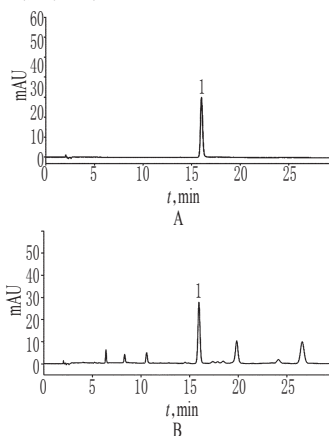


图1 高效液相色谱图

A.  $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁对照品; B. 紫草(样品号:RZCS-006); 1.  $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁

Fig 1 HPLC chromatograms

A.  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin control; B. Arnebiae Radix (RZCS-006); 1.  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin

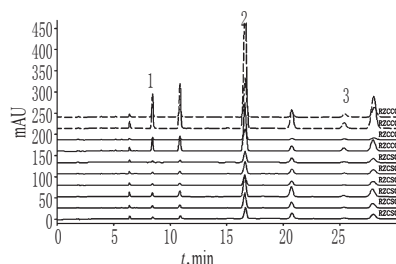


图2 10批紫草样品的HPLC叠加图谱

1. 左旋紫草素; 2.  $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁; 3.  $\beta$ ,  $\beta'$ -二甲基丙烯酰阿卡宁

Fig 2 Superposition HPLC chromatograms of 10 batches of Arnebiae Radix

1. shikonin, 2.  $\beta$ -acetoxyisovaleryalkannin; 3.  $\beta$ ,  $\beta'$ -dimethylacrylalkannin

2.2.7 指纹图谱的相似度计算 本研究采用国家药典委员会推荐的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004A版)对10批紫草药材的指纹图谱进行相似度评价。首先将各批次样品的测试数据导入相似度评价系统软件中,选定各特征峰进行谱峰匹配,再通过中位数矢量计算得出其共有图谱标准模板,然后进行各样品的相似度评价。结果显示,10批紫草样品(样品号:RZCC-001、RZCC-002、RZCC-003、RZCC-004、RZCS-001、RZCS-002、RZCS-003、RZCS-004、RZCS-005、RZCS-006)的相似度分别为0.983、0.983、0.995、0.990、0.958、0.982、0.970、0.976、0.983、0.978。由此可见,10批紫草样品的相似度均>0.950,说明各产地紫草样品的色谱模式相似,化学成分一致性好。

### 2.3 紫草中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量测定

2.3.1 色谱条件 同“2.2.1”项下。

2.3.2 供试品溶液的制备 制备方法同“2.2.2”项下。

2.3.3 线性关系考察 精密吸取“2.1”项下对照品贮备液适

量,用甲醇稀释制成质量浓度为0.5 mg/ml的对照品溶液,分别进样0.6、1.2、2.8、9.0、18.0  $\mu$ l,按“2.3.1”项下色谱条件测定,记录峰面积。以峰面积积分值(y)为纵坐标,相应进样量(x)为横坐标,绘制标准曲线,得回归方程为 $y=3.161 1x+11.297 0$ ( $r=0.999 9, n=5$ )。结果表明, $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的进样量在0.3~9.0  $\mu$ g范围内与其峰面积积分值呈良好线性关系。

2.3.4 精密度试验 取对照品溶液适量,按“2.3.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果显示,RSD=0.25% ( $n=6$ ),表明仪器精密度良好。

2.3.5 稳定性试验 取同一供试品溶液(样品号:RZCS-006)适量,分别于0、4、8、12、16、20、24 h按“2.3.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果显示,RSD=0.82% ( $n=7$ ),表明供试品溶液在24 h内稳定。

2.3.6 重复性试验 精密称取同一批紫草样品(样品号:RZCS-006)适量,共6份,分别按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.3.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,计算样品含量。结果显示, $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的平均含量为2 678.2 mg/kg,RSD=0.5% ( $n=6$ ),表明本方法重复性良好。

2.3.7 加样回收率试验 取已知含量的同一批样品(样品号:RZCS-006)适量,精密称定,共6份,分别加入适量对照品溶液,按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.3.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,计算加样回收率。结果显示, $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的平均加样回收率为101.40%,RSD=4.08% ( $n=6$ )。

2.3.8 紫草中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量测定 取10批紫草样品各适量,分别按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.3.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,将峰面积代入线性回归方程,计算 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量,结果见表2。

表2 10批紫草样品中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量(mg/kg)

Tab 3 Contents of  $\beta$ -acetoxyisovalerylalkannin in 10 batches of *Arnebiae Radix* (mg/kg)

编号	样品号	购买地或产地	$\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁含量
1	RZCC-001	香港市场(新疆)	11 921.19
2	RZCC-002	香港市场(新疆)	2 610.82
3	RZCC-003	香港市场(内蒙古)	35 443.69
4	RZCC-004	香港市场(新疆)	9 826.66
5	RZCS-001	新疆乌鲁木齐	2 713.95
6	RZCS-002	新疆喀什	3 738.59
7	RZCS-003	新疆阿克苏	5 384.85
8	RZCS-004	内蒙古赤峰	2 582.03
9	RZCS-005	新疆伊犁	3 119.19
10	RZCS-006	内蒙古阿拉善	2 678.24

从表2可以看出,不同产地的紫草药材中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量介于2 610.82~35 443.69 mg/kg之间,质量分数介于0.25%~3.54%之间,产地差异较大。

### 3 讨论

2010年版《中国药典》将左旋紫草素和 $\beta,\beta'$ -二甲基丙烯酰

阿卡宁作为考察紫草药材的指标性成分<sup>[1]</sup>,有些文献也采用这两种对照品来做紫草的指纹图谱和含量测定研究<sup>[3-5]</sup>。但是,笔者前期试验发现(从图2中可看到),左旋紫草素和 $\beta,\beta'$ -二甲基丙烯酰阿卡宁(1号峰和3号峰)的峰很小甚或无法检测,因而不能作为紫草指纹图谱或含量测定的指标峰。为了真实反映紫草的主要成分,笔者首次将 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁作为紫草指纹图谱和含量测定的指标峰加以研究。结果表明,选择乙腈-0.1%甲酸溶液作为流动相等度洗脱,能保证样品出峰较多,且分离度较好。同时,在516 nm波长下,各色谱峰分离良好、特征性强、数目较多,同样适用于进行含量测定分析。

从表2可以看出,不同产地的紫草药材中 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量差异较大,这是因为中药材的生产多有一定的地域性,各地域水土、气候、日照、生物分布差别很大,生态环境亦各不相同,且产地与药材的产量、质量有密切关系。因此,从香港市场买到的内蒙古产紫草(样品号:RZCC-003)的生长生态环境比其他地方好,其 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的含量就比较高。但是,从指纹图谱来看,不同产地紫草药材的HPLC指纹图谱基本一致; $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁的质量分数范围在0.25%~3.54%之间,符合《中国药典》和《香港中药材标准》化学指标性成分的规定。

紫草主要含萘醌类色素, $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁属于紫草萘醌类成分之一。选其作为紫草药材的指标性成分,主要是由于它具有抗肿瘤、抗炎和抗微生物的活性<sup>[6-9]</sup>,在甲醇中的溶解度很好。但是,在样品处理过程中发现,许多色素类成分容易聚集在器皿壁上而不溶解在甲醇中,故笔者试用了几乎所有的有机溶剂来处理样品,如石油醚、环己烷等,最终发现以丙酮为溶剂,可以最大限度地提取紫草中的 $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁,故选择丙酮作为提取溶剂,提取后样品经过浓缩再以甲醇定容。

笔者在收集样品药材的过程中,在市场调查中发现,内蒙紫草 *A. guttata* Bunge 在主产地内蒙古自治区以野生为主,产量较低,为非市场主流品种,所以未包括在本研究中。

综上, $\beta$ -乙酰氧基异戊酰阿卡宁可作为紫草药材含量测定和指纹图谱研究的指标性成分。所建方法可以为2015年版《中国药典》紫草药材标准的修订提供一定的依据。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2010年版. 北京:中国医药科技出版社,2010: 230.
- [2] Papageorgiou VP, Assimopoulou AN, Couladouros EA, et al. The chemistry and biology of alkannin, shikonin, and related naphthazarin natural products[J]. *ANGEW CHEM INT EDIT*, 1999, 38(3): 270.
- [3] 赵华, 游勇基. 紫草药材化学成分的测定[J]. *海峡药学*, 2007, 19(4): 35.
- [4] 谢清春, 陈燕忠, 吕竹芬. 紫草中 $\beta,\beta'$ -二甲基丙烯酰阿卡宁提取和含量测定及其稳定性研究[J]. *中国医药科学*, 2012, 2(6): 26.

# 胡芦巴提取物黄酮类成分的HPLC指纹图谱研究

卢金清\*, 杨小金, 李雨玲, 张锐, 唐瑶兴, 戴艺(湖北中医药大学/湖北省药用植物研发中心, 武汉 430065)

中图分类号 R284.1;R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2014)03-0265-03

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2014.03.24

**摘要** 目的:建立胡芦巴提取物黄酮类成分的指纹图谱。方法:采用高效液相色谱法。色谱柱为ZORBAX SB-C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5 μm),流动相为甲醇-0.4%磷酸溶液(梯度洗脱),流速为0.8 ml/min,检测波长为339 nm。以牡荆苷为参照物,对10批胡芦巴提取物进行指纹图谱分析。结果:建立了胡芦巴提取物黄酮类成分的HPLC指纹图谱共有模式,标定了11个共有指纹峰,10批提取物的相似度均>0.9。结论:该方法简便、准确、重复性好,可为胡芦巴提取物的品质评价和质量控制提供科学依据。

**关键词** 胡芦巴提取物;高效液相色谱法;黄酮类成分;指纹图谱

## Study on HPLC Fingerprints of Flavonoids in Extract of *Trigonella foenum-graecum*

LU Jin-qing, YANG Xiao-jin, LI Yu-ling, ZHANG Rui, TANG Yao-xing, DAI Yi (Hubei University of TCM/Medicinal Plants R&D Center of Hubei Province, Wuhan 430065, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish the fingerprint of flavonoids in extract of *Trigonella foenum-graecum*. METHODS: HPLC method was adopted. The determination was performed on ZORBAX SB-C<sub>18</sub> (250 mm×4.6 mm, 5 μm) column with methanol and 0.4% phosphoric acid as mobile phase in gradient mode at the flow rate of 0.8 ml/min. The detection wavelength was set at 339 nm. By vitexin as control, the fingerprints of 10 batches of extract of *T. foenum-graecum* were analyzed by HPLC. RESULTS: The common mode of HPLC fingerprints were set up. There were 11 common peaks in the fingerprint of 10 samples, and the similarity of the 10 samples was more than 0.9. CONCLUSIONS: The method is simple, accurate and has a good repeatability. It provides scientific evidence for quality evaluation and quality control of the extract of *T. foenum-graecum*.

**KEYWORDS** *Trigonella foenum-graecum* extract; HPLC; Flavonoids; Fingerprint

胡芦巴为豆科植物胡芦巴 *Trigonella foenum-graecum* L. 的干燥成熟种子<sup>[1]</sup>,始载于《嘉祐本草》,味苦,性温,归肾经,具有温肾助阳、祛寒止痛等功效<sup>[2]</sup>。它主要分布于亚洲、非洲和地中海地区,在我国主产于河南、安徽、陕西、宁夏等地<sup>[3]</sup>。胡芦巴中含有丰富的黄酮类成分,主要有牡荆苷、小麦黄素、柚皮素等<sup>[4]</sup>。现代药理研究表明,胡芦巴中黄酮类成分对心血管系统疾病、糖尿病及其并发症有较好的治疗作用<sup>[5]</sup>;其中的牡荆苷还具有显著抗肿瘤、抗炎、解痉、降压等作用<sup>[6-7]</sup>。胡芦巴作为一种重要的经济作物,集食用、药用、香料、饲料、工业原料于一身<sup>[8]</sup>,其提取物已广泛应用于医药、保健品、饮料食品添加剂等行业,国际市场需求空间很大。为了有效控制胡芦巴提取物的质量,笔者首次对胡芦巴提取物黄酮类成分的指纹图谱进行了研究。

## 1 材料

### 1.1 仪器

ULTIMATE 3000型高效液相色谱(HPLC)仪(美国Dionex公司);UP5200H型超声波清洗机(熊猫集团南京电子计量有限公司);BSI型电子天平( $d=0.01$  mg,北京赛多利斯仪器系统有限公司)。

### 1.2 试剂

牡荆苷对照品(中国食品药品检定研究院,批号:111687-200602);甲醇(色谱纯,美国Tedia公司);水为三蒸水,其他试剂均为分析纯。

### 1.3 药材及提取物

胡芦巴药材共10批,由武汉黄鹤楼香精香料有限公司提供,产地均为安徽,经湖北中医药大学陈科力教授鉴定均为豆

[5] 邢立志,暴春艳.HPLC法测定紫草中的左旋紫草素的含量[J].亚太传统医药,2008,4(5):41.  
[6] Sevimli-Gur C, Akgun IH, Deliloglu-Gurhan I, et al. Cytotoxic naphthoquinones from *Alkanna cappadocica*[J]. *J Nat Prod*, 2010, 73(5): 860.  
[7] Lu L, Qin A, Huang H, et al. Shikonin extracted from medicinal Chinese herbs exerts anti-inflammatory effect

via proteasome inhibition[J]. *Eur J Pharmacol*, 2011, 658(2/3):242.  
[8] Shen CC, Syu WJ, Li SY, et al. Antimicrobial activities of naphthazarins from *Arnebia euchroma*[J]. *J Nat Prod*, 2002, 65(12):1 857.  
[9] 赵海青,刘军锋,刘珂.新疆紫草羟基萘醌类化学成分的研究及对PDE4的抑制作用[J].中国实验方剂学杂志, 2010, 16(10):96.

\*教授,硕士研究生导师。研究方向:中药及其制剂有效成分。  
E-mail: lj951969@sohu.com

(收稿日期:2013-01-15 修回日期:2013-08-27)