

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2021.19.018

湖北恩施土家族药物豆板还阳中3种成分含量测定研究*

张万涛¹, 郑露^{2,3}, 涂星^{2,4△}

(1. 湖北省恩施土家族苗族自治州中心医院, 湖北恩施 445000; 2. 湖北民族大学医学部, 湖北恩施 445000; 3. 风湿病发生与干预湖北省重点实验室, 湖北恩施 445000; 4. 湖北民族大学武陵山中药材检验检测中心, 湖北恩施 445000)

摘要:目的 建立同时测定豆板还阳药材中3种成分含量的高效液相色谱法。方法 色谱柱为岛津 InertSustain C₁₈ 柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相为乙腈-0.1% 磷酸水溶液(梯度洗脱), 流速为 1.0 mL/min, 检测波长为 332 nm, 柱温为 30 ℃, 进样量为 10 μL。采用 SPSS 21.0 统计学软件对 8 批不同产地豆板还阳药材进行聚类分析。结果 阿魏酸、槲皮素、石吊兰素在各自质量浓度范围内与峰面积线性关系良好($R^2 \geq 0.9997$); 精密度、稳定性、重复性试验的 $RSD \leq 2.30\%$; 平均加样回收率在 101.37%~102.54% 范围内, RSD 为 2.94%~3.27% ($n=6$); 8 批药材中阿魏酸、槲皮素、石吊兰素总含量介于 0.147%~0.553%。经聚类分析, 8 批药材可分为三类。结论 该方法操作简便, 结果准确, 重复性和稳定性均好, 可用豆板还阳药材中 3 种成分的含量测定, 且 3 种成分在不同产地的药材中含量差异较大。

关键词: 豆板还阳; 土家族药物; 石吊兰素; 槲皮素; 阿魏酸; 高效液相色谱法; 含量测定; 聚类分析

中图分类号: R932; R284.1; R286.0

文献标志码: A

文章编号: 1006-4931(2021)19-0069-04

Content Determination of Three Components in Tujia Herb Lysionoti Herba in Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture of Hubei Province

ZHANG Wantao¹, ZHENG Lu^{2,3}, TU Xing^{2,4}

(1. The Central Hospital of Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture, Enshi, Hubei, China 445000; 2. Department of Medicine, Hubei Minzu University, Enshi, Hubei, China 445000; 3. Hubei Provincial Key Laboratory of Occurrence and Intervention of Rheumatic Diseases, Enshi, Hubei, China 445000; 4. Chinese Medicinal Materials Products Quality Inspection Center <Wulingshan>, Hubei Minzu University, Enshi, Hubei, China 445000)

Abstract: Objective To establish a high-performance liquid chromatography (HPLC) method for the simultaneous determination of three components in Lysionoti Herba. Methods The chromatographic column was InertSustain C₁₈ column (150 mm×4.6 mm, 5 μm), the detection wavelength was 332 nm, the mobile phase was acetonitrile-0.1% phosphoric acid aqueous solution (gradient elution), the flow rate was 1.0 mL/min, the column temperature was 30 ℃, and the injection volume was 10 μL. SPSS 21.0 statistical software was used to cluster analysis of eight batches of Lysionoti Herba from different origins. Results The ferulic acid, quercetin and lysionotin showed

*基金项目: 湖北省教育科学规划重点课题[2016GA024]。

第一作者: 张万涛, 男, 苗族, 大学本科, 主管中药师, 研究方向为民族药物资源的挖掘、整理、开发与利用, (电子信箱) 1004517479@qq.com。

△通信作者: 涂星, 男, 博士, 讲师, 研究方向为民族药物资源的挖掘、整理、开发与利用, (电子信箱) 2015030@hbmzu.edu.cn。

~~~~~

- Elemental Impurities[EB/OL]. (2019-03-22)[2020-03-09].  
[https://database.ich.org/sites/default/files/Q3D-R1EWG\\_Document\\_Step4\\_Guideline\\_2019\\_0322.pdf](https://database.ich.org/sites/default/files/Q3D-R1EWG_Document_Step4_Guideline_2019_0322.pdf).
- [5] 左甜甜, 王颖, 张磊, 等. 中药中外源性有害残留物安全风险评估技术指导原则[J]. 药物分析杂志, 2019, 39(10): 1902-1907.
- [6] 左甜甜, 张磊, 王莹, 等. 中药材及饮片重金属及有害元素限量制定的探讨[J]. 药物分析杂志, 2020, 40(4): 688-693.
- [7] 薛平, 李莉, 黄强燕. 麻仁丸中 15 种元素的含量测定及风险评估[J]. 药学与临床研究, 2020, 28(6): 430-434.
- [8] 李梦莹, 王成尘, 毕珏. 食品中重金属的人体健康风险评估方法研究进展[J]. 福建农林大学学报, 2021, 50(1): 1-9.
- [9] 左甜甜, 李耀磊, 陈沛, 等. 西洋参、山楂、枸杞子中重金属及有害元素残留量测定及初步风险评估[J]. 药物分析杂志, 2016, 36(11): 2016-2021.
- [10] 张梦启, 白虹, 王毓, 等. 中国海洋中药材品种调查[J]. 中国海洋中药材, 2014, 33(6): 39-46.
- [11] 戚鹏飞, 张彩霞, 张晓萍, 等. 微波消解-ICP-MS 同时测定中药海藻及其混伪品中 20 种重金属及微量元素[J]. 中国现代应用药学, 2020, 10(37): 2481-2486.
- [12] 杨咪咪, 王旗. 我国中药中重金属毒理学研究进展[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2016, 30(12): 1359-1368.
- [13] 刘静, 李树先, 朱江, 等. 浅谈几种重金属元素对人体的危害及其预防措施[J]. 中国资源综合利用, 2018, 36(3): 182-184.
- [14] 韩旭, 骆骄阳, 杨美华, 等. 中药饮片重金属与有害元素残留现状及防控措施[J]. 世界中医药, 2015, 10(8): 1152-1156.
- [15] 赵连华, 杨银慧, 胡一晨, 等. 我国中药材中重金属污染现状分析及对策研究[J]. 中草药, 2014, 45(9): 1199-1206.
- [16] 徐昕怡, 刘贞. 欧美药典 ICH 元素杂质指导原则增修订历程及对中国药典的启示[J]. 中国药事, 2019, 33(6): 624-629.
- [17] 姜小林, 董素萍, 舒靖能. ICH Q3D 新药制剂元素杂质评估及控制的要点解读[J]. 中国药事, 2017, 31(8): 854-860.
- [18] 郭强, 李振国. 仿生提取-高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱技术测定冰硼散及朱砂药材中可溶性汞的含量[J]. 中国药事, 2020, 34(6): 650-657.

(收稿日期: 2021-03-26; 修回日期: 2021-04-07)

a good relationship with the peak area in their respective mass concentration range ( $R^2 \geq 0.9997$ ). The RSDs of precision, stability and repeatability tests were not more than 2.30%. The average recoveries of ferulic acid, quercetin and lysionotin were in the range of 101.37%–102.54% with RSD of 2.94%–3.27% ( $n=6$ ). The total content of ferulic acid, quercetin and lysionotin in eight batches of medicinal materials was in the range of 0.147%–0.553%. Cluster analysis showed that eight batches of medicinal materials could be divided into three categories. **Conclusion** The method is simple, accurate, reproducible and stable, which can be used for the content determination of three components in Lysionoti Herba, and the content of the three components varies greatly in Lysionoti Herba from different producing areas.

**Key words:** Lysionoti Herba; Tujia herb; lysionotin; quercetin; ferulic acid; HPLC; content determination; cluster analysis

豆板还阳为苦苣苔科吊石苣苔属植物吊石苣苔 *Lysionotus pauciflorus* Maxim. 的干燥地上部分, 又称石吊兰、石豇豆、岩泽兰、石泽兰、岩豇豆、岩石茶等, 是土家族“七十二还阳”药物之一, 收载于2020年版《中国药典(一部)》, 含量测定以石吊兰素为指标成分, 具有化痰止咳、软坚散结功效, 用于治疗咳嗽痰多、瘰癧痰核<sup>[1-3]</sup>。其主要含有黄酮类、挥发油类、植物甾醇和三萜皂苷类、苯丙素苷类等多种成分<sup>[4-7]</sup>, 具有抗结核、抗炎、降压、止咳化痰、清除自由基、抗粥样动脉硬化、抗肿瘤等作用<sup>[8-10]</sup>。文献<sup>[11-14]</sup>中对贵州、云南等地区的石吊兰进行了含量测定与研究, 但少见湖北恩施土家族豆板还阳的相关报道。本研究中建立了湖北省恩施8个产地豆板还阳药材中阿魏酸、槲皮素、石吊兰素含量的高效液相色谱(HPLC)法, 并比较了不同产地的含量差异, 为土家族药物豆板还阳药用资源的开发、利用和保护提供参考。现报道如下。

## 1 仪器与试剂

### 1.1 仪器

LC-2030C型液相色谱仪(日本岛津公司), 配有二极管阵列(PDA)检测器; VS-100UE型恒温超声提取仪(无锡沃信仪器制造有限公司); BT-25S型电子分析天平(精度为0.01 mg), BSA224S-CW型电子分析天平(精度为0.1 mg), 均购自德国赛多利斯公司; MilliQ型超纯水系统(贝徠美生物科技有限公司)。

### 1.2 试剂

阿魏酸对照品(批号为110773-201614, 含量为99.0%), 槲皮素对照品(批号为100081-201610, 含量为99.1%), 石吊兰素对照品(批号为111555-200602, 含量为98.1%), 均为色谱纯, 购自中国食品药品检定研究院; 甲醇、乙腈(色谱纯, 北京迈瑞达科技有限公司); 水为去离子超纯水, 其余试剂均为分析纯。豆板还阳药材采自湖北恩施不同地区, 采集方式均为野外采集, 去杂质, 晒干, 经湖北民族大学医学部朱敏英副教授鉴定为正品。样品来源信息见表1。

## 2 方法与结果

### 2.1 色谱条件与系统适用性试验

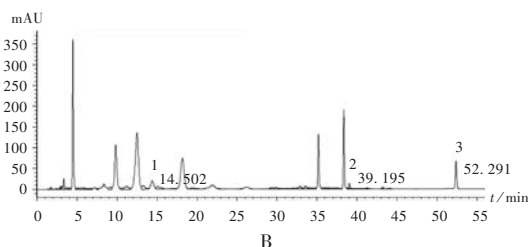
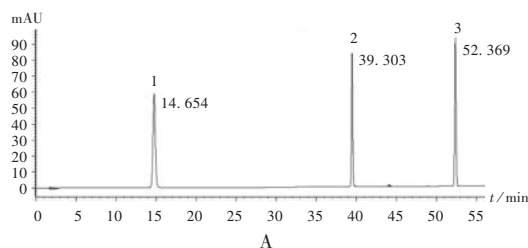
色谱柱: 岛津 InertSustain C<sub>18</sub> 柱(150 mm × 4.6 mm,

表1 湖北恩施豆板还阳样品来源信息

Tab. 1 Source information of Lysionoti Herba in the Enshi City, Hubei Province

| 样品编号 | 产地      | 经度          | 纬度         | 海拔(m) | 采集日期       |
|------|---------|-------------|------------|-------|------------|
| S1   | 宣恩县长潭河乡 | 109.654 2°E | 30.033 0°N | 735   | 2020-04-13 |
| S2   | 宣恩县七姊妹山 | 109.724 6°E | 30.033 1°N | 1 230 | 2020-04-13 |
| S3   | 宣恩县椿木营乡 | 109.821 3°E | 30.043 6°N | 1 680 | 2020-04-13 |
| S4   | 咸丰县高乐山镇 | 109.297 8°E | 29.803 9°N | 774   | 2020-04-26 |
| S5   | 利川市建南镇  | 108.542 8°E | 30.433 9°N | 700   | 2020-05-04 |
| S6   | 建始县花坪乡  | 110.027 5°E | 30.457 5°N | 1 265 | 2020-05-02 |
| S7   | 宣恩县高罗镇  | 109.460 0°E | 29.738 9°N | 780   | 2020-04-15 |
| S8   | 鹤峰县走马镇  | 110.502 2°E | 29.813 3°N | 580   | 2020-04-20 |

5 μm); 流动相: 乙腈(A)–0.1% 磷酸水溶液(B), 梯度洗脱(0~25 min时 15% A, 25~55 min时 15% A→52% A); 流速: 1.0 mL/min; 检测波长: 332 nm; 柱温: 30 °C; 进样量: 10 μL。在此色谱条件下的色谱图见图1。



1. 阿魏酸 2. 槲皮素 3. 石吊兰素

A. 混合对照品溶液 B. 供试品溶液

图1 高效液相色谱图

1. ferulic acid 2. quercetin 3. lysionotin

A. Mixed reference solution B. Test solution

Fig. 1 HPLC chromatograms

### 2.2 溶液制备

取阿魏酸、槲皮素、石吊兰素对照品各10 mg, 精密称定, 分别置100 mL容量瓶中, 分别加75%甲醇, 制成

质量浓度为 100  $\mu\text{g/mL}$  的溶液,摇匀,即得对照品贮备液。取粉碎后的样品粉末 0.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入 75% 甲醇 50 mL,密塞,称定质量,超声处理(功率为 240 W,频率为 45 kHz)20 min,放冷,再称定质量,用 75% 甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得供试品溶液。

### 2.3 方法学考察

线性关系考察:取 2.2 项下阿魏酸、槲皮素、石吊兰素对照品贮备液,加入 75% 甲醇,稀释为系列质量浓度的混合对照品溶液,按 2.1 项下色谱条件进样测定。以对照品溶液的质量浓度为横坐标( $X$ )、峰面积( $Y$ )为纵坐标,进行线性回归,并计算回归方程。结果见表 2。

表 2 3 种成分线性关系考察结果( $n=6$ )

Tab. 2 Results of the linear relation test of three components( $n=6$ )

| 成分   | 回归方程                   | $R^2$   | 线性范围( $\mu\text{g/mL}$ ) |
|------|------------------------|---------|--------------------------|
| 阿魏酸  | $Y=51\,420X+11\,912.0$ | 0.999 7 | 3.00~48.04               |
| 槲皮素  | $Y=20\,638X-10\,267.0$ | 0.999 8 | 2.97~89.12               |
| 石吊兰素 | $Y=40\,742X+5\,940.4$  | 0.999 7 | 12.25~122.53             |

精密度试验:取 2.2 项下对照品贮备液,按 2.1 项下色谱条件重复进样 6 次,测定峰面积。结果阿魏酸、槲皮素、石吊兰素峰面积的  $RSD$  分别为 0.45%,0.47%,0.17%( $n=6$ ),表明仪器精密度良好。

稳定性试验:取样品(编号为 S7),精密称定,依法制备供试品溶液,分别于 0,2,4,6,8,10,18,24 h 时进样测定。结果阿魏酸、槲皮素、石吊兰素峰面积的  $RSD$  分别为 2.01%,1.82%,2.30%( $n=8$ ),表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

重复性试验:取样品(编号为 S7)精密称定,共 6 份,依法制备供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件进样测定。结果阿魏酸、槲皮素、石吊兰素峰面积的  $RSD$  分别为 1.73%,1.51%,0.91%( $n=6$ ),表明方法重复性良好。

加样回收试验:取样品(编号为 S7)1 g,精密称定,共 6 份,按与已知成分含量 1:1( $m/m$ )的比例分别加入阿魏酸、槲皮素、石吊兰素对照品溶液,依法制备供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件进样测定,计算加样回收率。结果见表 3。

### 2.4 样品含量测定

取不同产地的豆板还阳药材,分别制备供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件进样测定 3 次,以峰面积计算豆板还阳中 3 种成分的含量。结果见表 4。

### 2.5 聚类分析

将 8 个不同产地的豆板还阳药材含量测定结果导入 SPSS 21.0 统计学软件,采用聚类方法选择组间联接,区间采用平方 Euclidean 距离,得到 8 个不同产地的药材聚类分析树状图,详见图 2。可见,当距离( $d$ )为 8

表 3 加样回收试验结果( $n=6$ )

Tab. 3 Results of the recovery test( $n=6$ )

| 成分   | 取样量<br>(g) | 样品含量<br>(mg) | 加入量<br>(mg) | 测得量<br>(mg) | 回收率<br>(%) | $\bar{X}$<br>(%) | $RSD$<br>(%) |
|------|------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------------|--------------|
| 阿魏酸  | 1.000 1    | 1.000 1      | 1.080 9     | 2.099 9     | 101.75     | 101.37           | 3.27         |
|      | 1.001 2    | 1.001 2      | 1.080 9     | 2.126 3     | 104.09     |                  |              |
|      | 1.000 8    | 1.000 8      | 1.080 9     | 2.129 8     | 104.45     |                  |              |
|      | 1.001 5    | 1.001 5      | 1.080 9     | 2.061 2     | 98.04      |                  |              |
|      | 0.999 5    | 0.999 5      | 1.080 9     | 2.043 2     | 96.56      |                  |              |
|      | 0.999 0    | 0.999 0      | 1.080 9     | 2.115 8     | 103.32     |                  |              |
| 槲皮素  | 1.000 1    | 0.500 0      | 0.500 8     | 1.013 2     | 102.48     | 102.01           | 2.94         |
|      | 1.001 2    | 0.500 6      | 0.500 8     | 0.992 1     | 98.14      |                  |              |
|      | 1.000 8    | 0.500 4      | 0.500 8     | 0.993 2     | 98.40      |                  |              |
|      | 1.001 5    | 0.500 8      | 0.500 8     | 1.025 6     | 104.79     |                  |              |
|      | 0.999 5    | 0.499 8      | 0.500 8     | 1.021 3     | 104.13     |                  |              |
|      | 0.999 0    | 0.499 5      | 0.500 8     | 1.020 9     | 104.11     |                  |              |
| 石吊兰素 | 1.000 1    | 1.950 2      | 1.948 4     | 3.990 1     | 104.70     | 102.54           | 3.09         |
|      | 1.001 2    | 1.952 3      | 1.948 4     | 3.865 5     | 98.19      |                  |              |
|      | 1.000 8    | 1.951 6      | 1.948 4     | 3.875 2     | 98.73      |                  |              |
|      | 1.001 5    | 1.952 9      | 1.948 4     | 3.984 1     | 104.25     |                  |              |
|      | 0.999 5    | 1.949 0      | 1.948 4     | 3.990 6     | 104.78     |                  |              |
|      | 0.999 0    | 1.948 0      | 1.948 4     | 3.986 2     | 104.61     |                  |              |

表 4 不同产地豆板还阳中 3 种成分含量测定结果(% ,  $n=3$ )

Tab. 4 Determination results of three components in Lysionoti Herba in different producing areas(% ,  $n=3$ )

| 成分   | S1    | S2    | S3    | S4    | S5    | S6    | S7    | S8    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 阿魏酸  | 0.102 | 0.092 | -     | 0.112 | -     | -     | 0.100 | 0.150 |
| 槲皮素  | -     | -     | -     | 0.030 | -     | 0.032 | 0.050 | 0.053 |
| 石吊兰素 | 0.228 | 0.244 | 0.182 | 0.124 | 0.147 | 0.218 | 0.195 | 0.350 |
| 总含量  | 0.330 | 0.336 | 0.182 | 0.266 | 0.147 | 0.250 | 0.345 | 0.553 |

注:- 为未检出或样品中浓度较低,不在标准曲线的线性范围内。

Note: - indicates that it is not detected from the samples or its concentration in the samples is low, which is not within the linear range of the standard curve.

时,可分为三类,即鹤峰县走马镇(S8)单独聚为 I 类,利川市建南镇(S5)、建始县花坪乡(S6)、宣恩县椿木营乡(S3)聚为 II 类,宣恩县长潭河乡(S1)、宣恩县七姊妹山(S2)、咸丰县高乐山镇(S4)、宣恩县高罗镇(S7)聚为 III 类。

## 3 讨论

### 3.1 测定条件选择

检测波长:本研究中所用的 PDA 检测器可实现多波长同步分析,经等高线图与光谱图分析后得出,石吊兰素最大吸收波长为 332 nm,与 2020 年版《中国药典(一部)》中石吊兰项下检测波长一致,槲皮素与阿魏酸在该波长下也有较强吸收,故选择 332 nm 作为检测波长。

流动相:根据文献[2,13-16],选择不同流动相[乙

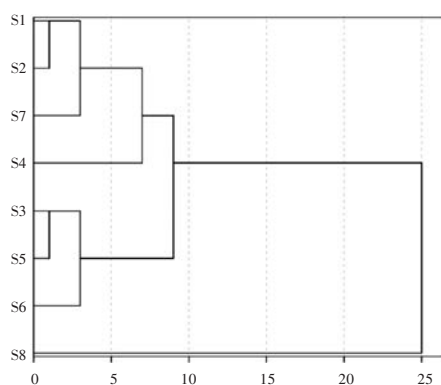


图2 8个不同产地的药材聚类分析树状图

Fig.2 Dendrogram of cluster analysis of medicinal materials from eight different producing areas

腈-0.05%磷酸、甲醇-1%醋酸(梯度洗脱),甲醇-1%醋酸(85:15, V/V)、甲醇-水(68:32, V/V)、甲醇-0.05%磷酸(68:32, V/V)],通过考察并综合试验成本、操作方法简便性等,最终选择乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相进行梯度洗脱,检测时长较短,峰形较好,与杂质峰分离度较好。

色谱柱:最初选择 InertSustain C<sub>18</sub> 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm),试验发现所有色谱峰均拖尾,经推测可能是由色谱柱柱头污染导致。换用新的 Inertsustain C<sub>18</sub>柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm),所有色谱峰拖尾消失,但检测时间较长,与 InertSustain C<sub>18</sub> 柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm)比较后,最终选择 InertSustain C<sub>18</sub> 柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm)。

### 3.2 聚类分析结果指导产地药用资源开发与利用

对恩施地区8个产地豆板还阳药材中3种成分的含量测定后发现,各产地间成分差异较大,只有咸丰县高乐山镇(S4)、宣恩县高罗镇(S7)、鹤峰县走马镇(S8)的样品中同时检测出阿魏酸、槲皮素、石吊兰素3种成分,且阿魏酸、槲皮素含量均较低,8个产地豆板还阳中石吊兰素的含量均达到2020年版《中国药典(一部)》要求的1~3倍。结合含量测定及聚类分析结果,恩施地区的豆板还阳以鹤峰县走马镇所产为佳,可为豆板还阳药用资源的开发、利用和保护提供参考。

### 3.4 方法评价

2020年版《中国药典》中以石吊兰素为指标性成分控制豆板还阳的药材质量,质控指标单一。中药的成分复杂多样,功效多种多样,故多成分含量测定的质控指标较单一成分能更好地反映药材质量<sup>[17-19]</sup>。本研究中首次建立了同时测定豆板还阳中3种成分含量的HPLC法,并比较了不同产地3种成分的含量差异,可为提高现行质量标准和全面控制豆板还阳药材质量提供参考。值得注意的是,编号为S1, S2, S3, S5豆板还阳样品中几乎没有测出阿魏酸;尤其是S3和S5,既不含阿魏酸,也不含槲皮素。因此,将阿魏酸和槲皮素作为豆板还阳药材定量分析的指标性成分还值得商榷。导致产地间成分差异的原因复杂多样,有可能与样品的生长环境、年限、采收时间、采收后的加工贮存、检验检测方法等因素有关,还有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 方志先,廖朝林. 湖北恩施药用植物志(下册)[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,2006:355-356.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:92-93.
- [3] 陈宝华,王飞,谭玉柱. 土家族“七十二还阳”类药物来源考[J]. 亚太传统医药,2013,9(1):14-16.
- [4] 杨付梅,杨小生,罗波,等. 苗药岩缸豆化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发,2003,15(6):508-509.
- [5] 王仕宝,晏继红,郭晓华,等. 苗药石吊兰的研究进展[J]. 西北药学杂志,2014,29(5):550-552.
- [6] 张敬杰,胡成刚,杨立勇,等. 布依药岩缸豆本草学研究[J]. 中国民族民间医药杂志,2003,12(6):362-364.
- [7] 胡峻,齐梦蝶,张权,等. 基于UPLC-Q-TOF-MS技术分析石吊兰全草化学成分[J]. 中国现代中药,2016,18(5):547-553.
- [8] 孟雪飞,李延芳. 石吊兰不同极性提取物的止咳化痰作用研究[J]. 华西药学杂志,2018,33(5):504-506.
- [9] 王绍云,邹勇,曹晖,等. 石吊兰素的研究进展[J]. 凯里学院学报,2008,26(6):47-49.
- [10] 彭罡,覃冬云. 岩缸豆脂酚酸对高脂血症小鼠动脉粥样硬化的治疗作用[J]. 中国现代医药杂志,2009,11(10):13-16.
- [11] 吴永平,高智席,周光明. HPLC-CL测定吊石苣苔中石吊兰素的含量[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2007,32(3):48-51.
- [12] 王绍云,唐文华,曹晖. 不同采收期吊石苣苔中石吊兰素含量的动态研究[J]. 凯里学院学报,2007,25(6):46-47.
- [13] 王绍云,周光明,黄成,等. 反相高效液相色谱法测定吊石苣苔中石吊兰素的含量[J]. 药物分析杂志,2006,26(11):1617-1619.
- [14] 盛卫国,熊阳,徐莲英. 高效液相色谱法测定石吊兰中石吊兰素的含量[J]. 中成药,2009,31(2):321-322.
- [15] 谭家华,张丽艳,徐昌艳,等. 黔产苗药石吊兰的HPLC指纹图谱研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(11):108-111.
- [16] 吕倩花. 岩果止咳液质量标准改进[J]. 中国药业,2020,29(7):116-118.
- [17] 许娜,牟玉侦,李文兵,等. 基于HPLC法和多元统计分析的不同产地香附挥发油中4种成分含量的比较研究[J]. 中国药房,2020,31(23):2833-2840.
- [18] 管小军,厉君,黄娜娜,等. HPLC同时测定紫丹参药材中8种成分含量[J]. 中国中医药信息杂志,2020,27(9):82-86.
- [19] 邱学伟,张春辉,卢京光,等. 一测多评法测定咽炎片玄参中3种主要成分含量[J]. 中国药业,2018,27(6):14-17.

(收稿日期:2021-01-25;修回日期:2021-03-08)