

DOI:10.16781/j.0258-879x.2018.11.1235

· 论 著 ·

## 高效液相色谱-二极管阵列检测器法测定瑞香狼毒5种黄酮类成分的含量

陈俊, 杜红丽, 周瑾, 吕磊, 李盛建, 潘黎明, 赵亮\*  
海军军医大学(第二军医大学)东方肝胆外科医院药材科, 上海 200438

**[摘要]** **目的** 建立高效液相色谱(HPLC)梯度洗脱方法同时测定瑞香狼毒中狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素及7-甲氧基新狼毒素A 5种黄酮类成分的含量。**方法** 采用HPLC-二极管阵列检测器(HPLC-DAD)法, 色谱柱为Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> (3.0 mm×100 mm, 3.5 μm); 流动相A为0.1%甲酸水溶液, 流动相B为纯乙腈, 洗脱梯度为0~6 min 20% B、6~10 min 20%~35% B、10~50 min 35% B; 流速为0.4 mL/min; 平衡时间设置为10 min; 采集时间为50 min; 柱温为25℃; DAD检测波长为290 nm; 进样量为5 μL。**结果** 狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素及7-甲氧基新狼毒素A在该条件下分离良好, 分别在4.680~468.0、2.016~201.6、3.784~378.4、5.520~552.0、0.974~97.40 μg/mL浓度范围内线性关系良好, 且其精密性、稳定性、重复性和回收率均良好。**结论** HPLC-DAD法稳定性、重复性好, 可用于测定瑞香狼毒中狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素及7-甲氧基新狼毒素A 5种黄酮类成分的含量。

**[关键词]** 高效液相色谱法; 狼毒色原酮; 新狼毒素A; 狼毒素; 异狼毒素; 7-甲氧基新狼毒素A  
**[中图分类号]** R 931.71 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)11-1235-05

### High-performance liquid chromatography-diode array detector in determination of five flavonoids in *Stellera chamaejasme* L.

CHEN Jun, DU Hong-li, ZHOU Jin, LÜ Lei, LI Cheng-jian, PAN Li-ming, ZHAO Liang\*  
Department of Pharmacy, Eastern Hepatobiliary Surgery Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200438, China

**[Abstract]** **Objective** To develop a high-performance liquid chromatography (HPLC) method for simultaneous determination of five flavonoids (chamaechromone, neochamaejasmin A, chamaejasmine, isochamaejasmin and 7-methoxyneochamaejasmin A) in the extraction of *Stellera chamaejasme* L.. **Methods** An HPLC-diode array detector (DAD) method was established. The HPLC-DAD condition was as follows: chromatographic column was Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> (3.0 mm×100 mm, 3.5 μm); mobile phase A was 0.1% formic acid-water solution; mobile phase B was acetonitrile; gradient of acetonitrile was 20% (0-6 min), 20%-35% (6-10 min) and 35% (10-50 min); flow rate was 0.4 mL/min; equilibration time was 10 min; acquisition time was 50 min; column temperature was 25℃; DAD detection wavelength was 290 nm; and sample injection volume was 5 μL. **Results** Chamaechromone, neochamaejasmin A, chamaejasmine, isochamaejasmin and 7-methoxyneochamaejasmin A were successfully separated using this method, with good linear relationship between 4.680-468.0, 2.016-201.6, 3.784-378.4, 5.520-552.0 and 0.974-97.40 μg/mL, respectively. The precision, stability, repeatability and recovery of the five flavonoids were good with this method. **Conclusion** HPLC-DAD has good stability and repeatability, and can be used to determine the contents of five flavonoids (chamaechromone, neochamaejasmin A, chamaejasmine, isochamaejasmin and 7-methoxyneochamaejasmin A) in *Stellera chamaejasme* L..

**[Key words]** high-performance liquid chromatography; chamaechromone; neochamaejasmin A; chamaejasmine; isochamaejasmin; 7-methoxyneochamaejasmin A

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(11): 1235-1239]

瑞香狼毒为瑞香科植物瑞香狼毒(*Stellera chamaejasme* L.)的干燥根, 主要分布于我国东北、河北、内蒙古、甘肃、青海、宁夏、西藏等

地区。瑞香狼毒作为传统的中药材具有杀菌、杀虫、散结、逐水祛痰、止溃疡、抗病毒等多种功效<sup>[1-6]</sup>。现代药理学研究发现瑞香狼毒有较强的抗

[收稿日期] 2018-05-24 [接受日期] 2018-06-12

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金(81303300)。Supported by Youth Science Fund of National Natural Science Foundation of China (81303300)。

[作者简介] 陈俊, 硕士, 主管药师。E-mail: chenjuntcdj@126.com

\*通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-81875579, E-mail: zhaoliangphar@163.com

肿瘤作用<sup>[7-11]</sup>。瑞香狼毒水提取物能增强肺癌耐药细胞株对顺铂的敏感性,对肺癌耐药具有一定的逆转作用<sup>[12]</sup>。瑞香狼毒醇提物体外抗肿瘤作用研究显示,其对肝癌细胞和肺癌细胞均具有抑制作用<sup>[13-15]</sup>。瑞香狼毒黄酮类成分是其发挥抗肿瘤作用的有效成分之一,同时也是瑞香狼毒的有毒成分<sup>[16-17]</sup>。在我们的前期研究中确定了乙酸乙酯部位是瑞香狼毒的毒性部位,并鉴别出12种化合物<sup>[18-19]</sup>。目前对瑞香狼毒药理、毒理和化学成分研究的报道较多,但对其含量测定研究<sup>[20-22]</sup>鲜有报道,尚未见同时测定多种黄酮类成分的报道。本研究采用高效液相色谱(high-performance liquid chromatography, HPLC)法同时测定瑞香狼毒中狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素和7-甲氧基新狼毒素A 5种黄酮类成分的含量。

## 1 仪器和材料

1.1 仪器 Agilent 1100 系列 HPLC 仪(美国 Agilent 公司),包括真空脱气机(G1379A 型)、四元泵(G1311A 型)、高性能自动进样器(G1367A 型)、柱温箱(G1316A 型)、二极管阵列检测器(diode array detector, DAD; G1315B 型); AE240 型 1/10 万电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司); XW80A 型漩涡混合器(上海医科大学仪器厂); DFY-200 型高速万能粉碎机(温岭市林大机械有限公司); SB3200-T 型超声波清洗器[必能信超声(上海)有限公司]。

1.2 试剂 瑞香狼毒药材购自安徽亳州(产地:内蒙古,批号分别为 20140214、20161001、20161101); 狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 化学对照品(纯度>98.0%)均购自武汉中标科技有限公司; 乙腈和甲酸为色谱纯; 实验中使用的由 PW 型超纯水系统(力康生物医疗科技控股有限公司)制备。

## 2 方法和结果

2.1 混合对照品溶液的制备 分别取狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 对照品 18.72、20.16、18.92、22.08 及 19.48 mg,精密称定,加甲醇稀释并定容至 10 mL 量瓶中,得到浓度分别为 1.872、2.016、1.892、2.208 及 1.948 mg/mL 的各对照品溶液,作为储

备液。分别精密量取狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 储备液 2.5、1.0、2.0、2.5、0.5 mL 混合,加甲醇定容至 10 mL,作为混合对照品溶液,备用。

2.2 供试品溶液的制备 取瑞香狼毒干燥根适量,用粉碎机粉碎,过 60 目筛。取约 0.5 g 粉末,精密称定,置于锥形瓶中,加入 20 mL 甲醇,超声处理 30 min,过滤,再用 20 mL 甲醇同法提取一次。合并 2 次提取得到的滤液,混合,经 0.22  $\mu\text{m}$  有机滤膜过滤,取续滤液 1 mL 转移至进样瓶中作为样品。

2.3 色谱条件 色谱柱 Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> (3.0 mm $\times$ 100 mm, 3.5  $\mu\text{m}$ ); 流动相 A 为 0.1% 甲酸水溶液,流动相 B 为纯乙腈,洗脱梯度为 0~6 min 20% B、6~10 min 20%~35% B、10~50 min 35% B; 流速为 0.4 mL/min; 柱后平衡时间 10 min; 采集时间为 50 min; 柱温为 25  $^{\circ}\text{C}$ ; DAD 检测波长为 290 nm; 进样量为 5  $\mu\text{L}$ 。

### 2.4 方法学考察

2.4.1 系统适用性试验 取狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 混合对照品溶液及供试品溶液,按 2.3 项色谱条件进样分析,色谱图如图 1 所示。结果狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 的保留时间分别为 20.69、22.90、27.58、34.91 和 45.79 min。在供试品中其所得色谱峰峰形对称,可与其他色谱峰分离,且分离度均>1.5。理论塔板数均>3 000,系统适用性良好。

2.4.2 线性关系考察 按照逐级稀释法配制标准曲线溶液,并以甲醇定容。得狼毒色原酮浓度分别为 4.680、18.72、46.80、93.60、187.2、468.0  $\mu\text{g/mL}$ ; 新狼毒素 A 的浓度分别为 2.016、8.064、20.16、40.32、80.64、201.6  $\mu\text{g/mL}$ ; 狼毒素的浓度分别为 3.784、15.136、37.84、75.68、151.36、378.4  $\mu\text{g/mL}$ ; 异狼毒素的浓度分别为 5.520、22.08、55.2、110.4、220.8、552.0  $\mu\text{g/mL}$ ; 7-甲氧基新狼毒素 A 的浓度分别为 0.974、3.896、9.74、19.48、38.96、97.40  $\mu\text{g/mL}$ 。进样量为 5  $\mu\text{L}$ ,按 2.3 项色谱条件测定。以浓度为横坐标(x)、峰面积为纵坐标(y)进行线性回归,得狼毒色原酮的线性方程为  $y=30.741x+11.745$ ,  $r=0.9997$ ,线性范围 4.680~468.0  $\mu\text{g/mL}$ ; 新

狼毒素 A 的线性方程为  $y=29.544x-60.83$ ,  $r=0.9993$ , 线性范围  $2.016\sim 201.6\ \mu\text{g/mL}$ ; 狼毒素的线性方程为  $y=45.53x-91.777$ ,  $r=0.9998$ , 线性范围  $3.784\sim 378.4\ \mu\text{g/mL}$ ; 异狼毒素的线性方程为  $y=27.463x-96.934$ ,  $r=0.9993$ , 线性范围  $5.520\sim 552.0\ \mu\text{g/mL}$ ; 7-甲氧基新狼毒素 A 的线性方程为  $y=31.011x-15.399$ ,  $r=0.9999$ , 线性范围  $0.974\sim 97.40\ \mu\text{g/mL}$ 。结果表明各对照品在线性范围内呈良好的线性关系。

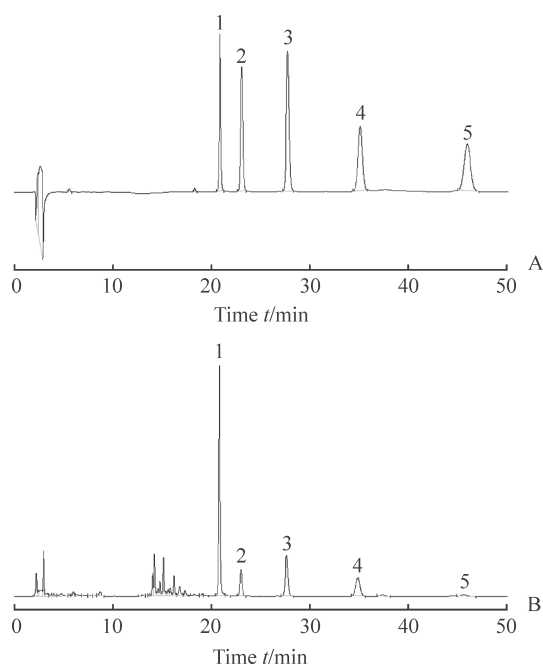


图 1 混合对照品 (A) 及供试品 (B) 色谱图

Fig 1 Chromatogram of mixed control sample (A) and test sample (B)

1: Chamaechromone; 2: Neochamaejasmin A; 3: Chamaejasmine; 4: Isochamaejasmin; 5: 7-Methoxyneochamaejasmin A

2.4.3 精密度考察 取混合对照品高 (狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 的浓度分别为  $468.0$ 、 $201.6$ 、 $378.4$ 、 $552.0$ 、 $97.40\ \mu\text{g/mL}$ )、中 (浓度分别为  $93.60$ 、 $40.32$ 、 $75.68$ 、 $110.4$ 、 $19.48\ \mu\text{g/mL}$ )、低 (浓度分别为  $18.72$ 、 $8.064$ 、 $15.136$ 、 $22.08$ 、 $3.896\ \mu\text{g/mL}$ ) 3 个浓度, 按照 2.3 项色谱条件进行样品采集, 1 d 内进样 3 次考察其日内精密度; 3 d 内每天进样 1 次, 考察其日间精密度。结果显示狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 在高浓度下的日内精密度分别为  $0.71\%$ 、 $0.91\%$ 、 $0.77\%$ 、 $0.84\%$ 、 $0.77\%$ , 在中浓度

下的日内精密度分别为  $0.25\%$ 、 $0.35\%$ 、 $0.28\%$ 、 $0.40\%$ 、 $0.11\%$ , 在低浓度下的日内精密度分别为  $1.00\%$ 、 $0.95\%$ 、 $0.93\%$ 、 $0.86\%$ 、 $0.87\%$ 。狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 在高浓度下的日间精密度分别为  $1.41\%$ 、 $1.45\%$ 、 $1.41\%$ 、 $1.41\%$ 、 $1.43\%$ , 在中浓度下的日间精密度分别为  $1.60\%$ 、 $1.60\%$ 、 $1.62\%$ 、 $1.61\%$ 、 $1.62\%$ , 在低浓度下的日间精密度分别为  $1.13\%$ 、 $1.33\%$ 、 $1.29\%$ 、 $1.28\%$ 、 $1.45\%$ 。5 种对照品在高、中、低 3 个浓度下的日内、日间精密度均  $< 2\%$ , 表明该方法精密度良好。

2.4.4 检测限与定量限 按照《中华人民共和国药典》药品质量标准分析方法验证指导原则项下检测限与定量限中信噪比法<sup>[23]</sup>确定 5 种对照品的检测限与定量限。狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 的定量限 (信噪比  $10:1$ ) 分别为  $0.468$ 、 $0.504$ 、 $0.3784$ 、 $0.552$  及  $0.487\ \mu\text{g/mL}$ , 检测限 (信噪比  $3:1$ ) 分别为  $0.234$ 、 $0.252$ 、 $0.189$ 、 $0.276$  及  $0.243\ \mu\text{g/mL}$ 。

2.4.5 稳定性考察 按照 2.2 项供试品溶液的制备方法制备瑞香狼毒样品 (批号 20161001) 1 份, 在样品放置 0、2、4、6、8、10、12 h 后按照 2.3 项色谱条件各进样 1 次。计算狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 峰面积相对标准偏差 (relative standard deviation, RSD) 分别为  $1.37\%$ 、 $1.71\%$ 、 $1.54\%$ 、 $1.62\%$ 、 $1.13\%$ , 均小于  $2\%$ , 表明样品在 12 h 内的稳定性良好。

2.4.6 重复性考察 取瑞香狼毒药材 (批号 20161001) 适量粉碎, 过 60 目筛, 取约  $0.5\ \text{g}$  粉末, 精密称定, 按照 2.2 项供试品溶液的制备方法平行操作 6 份, 按照 2.3 项色谱条件进行样品采集。计算狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 的含量分别为  $14\ 787.08$ 、 $2\ 378.03$ 、 $3\ 182.21$ 、 $3\ 576.37$ 、 $371.35\ \mu\text{g/g}$ , RSD 分别为  $1.49\%$ 、 $1.35\%$ 、 $1.73\%$ 、 $1.13\%$ 、 $1.66\%$ , 表明该方法用于测定瑞香狼毒中这 5 种成分含量的重复性良好。

2.4.7 加样回收率试验 取瑞香狼毒药材 (批号 20161001) 适量粉碎, 过 60 目筛, 取粉末约  $0.25\ \text{g}$ , 精密称定并置于锥形瓶中, 再分别加入狼毒色原酮、新狼毒素 A、狼毒素、异狼毒素和 7-甲氧基新狼毒素 A 储备液  $1.9$ 、 $0.3$ 、 $0.4$ 、 $0.4$ 、



0.05 mL。第1次超声提取时加入适量甲醇,使液体的总体积为20 mL。其余步骤按照2.2项方法操作,制备供试品溶液,平行操作6份。按照2.3项色谱条件进行测定,计算回收率。狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素和7-甲氧基新狼毒素A的平均加样回收率分别为97.38%、101.91%、95.62%、102.53%、98.85%,RSD分别为2.80%、4.80%、3.99%、3.53%、4.36%。

2.5 样品测定 分别取3个不同批号的瑞香狼毒药材适量,粉碎,过60目筛,取粉末约0.5 g,精密称定,按2.2项方法平行配制供试品溶液各6份,按照2.3项色谱条件进样测定,根据线性回归方程计算样品中狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素和7-甲氧基新狼毒素A的含量。批号为20140214、20161001、20161101样品中狼毒色原酮的含量分别为(2 354.03±52.42)、(14 182.61±199.39)、(15 425.41±476.32) μg/g,新狼毒素A的含量分别为(738.90±15.92)、(2 281.44±67.77)、(2 344.30±69.21) μg/g,狼毒素的含量分别为(844.02±23.33)、(3 062.54±81.49)、(13 953.41±331.29) μg/g,异狼毒素的含量分别为(1 680.63±49.47)、(3 435.90±71.60)、(12 606.15±342.54) μg/g。批号为20161001、20161101样品中7-甲氧基新狼毒素A的含量分别为(363.19±8.12)和(219.45±6.42) μg/g,批号为20140214样品中7-甲氧基新狼毒素A的含量低于定量限。

### 3 讨论

本研究在选择波长时,采用DAD对5种对照品在200~400 nm范围内的紫外吸收进行全扫描。结果发现各对照品在210 nm和290 nm波长处均具有良好的吸收,考虑到在290 nm波长处的紫外吸收干扰因素少,故以290 nm作为检测波长。

本研究在选择流动相时,分别采用乙腈-水、乙腈-0.1%甲酸水、甲醇-水、甲醇-0.1%甲酸水等流动相系统进行梯度洗脱实验。为了考察该方法的耐用性,分别对流速、流动相甲酸含量及柱温3个因素进行考察。流速分别设置为0.30、0.40、0.50 mL/min;流动相A甲酸的含量分别为0.1%、0.25%、0.5%;柱温分别设置为20、25、30 ℃。结果狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素

和7-甲氧基新狼毒素A的峰面积RSD均<10%,各成分基线分离。综合考虑5种对照品的色谱图的峰形、分离度、保留时间等因素,最终选择乙腈-0.1%甲酸水为流动相进行梯度洗脱。

选择色谱柱时,在Agilent Zorbax Eclipse XDB-C<sub>18</sub>(4.6 mm×150 mm,5 μm)、Agilent Poroshell 120 EC-C<sub>18</sub>(2.1 mm×100 mm,2.7 μm)、Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub>(3.0 mm×100 mm,3.5 μm)等色谱柱上进行样品分离,结果发现瑞香狼毒的5种成分在Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub>(3.0 mm×100 mm,3.5 μm)色谱柱上分离良好,保留时间适中。狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素和7-甲氧基新狼毒素A在该条件的理论塔板数均>3 000,分离度均>1.5,各成分基线分离,不受其他色谱峰的干扰。

本研究建立了一种能同时测定瑞香狼毒药材中狼毒色原酮、新狼毒素A、狼毒素、异狼毒素和7-甲氧基新狼毒素A含量的HPLC-DAD方法。方法学考察结果表明该方法精密度高、重复性好,结果准确可靠,可用于瑞香狼毒中5种黄酮类成分的含量测定及瑞香狼毒药材的质量控制。

### 参考文献

- [1] 张颖,岳姝岐,李瑞芳.瑞香狼毒化学成分及药理作用的研究进展[J].生物技术世界,2015(3):113.
- [2] 杨乾栩,程孟春,王莉,阚晓溪,朱晓新,肖红斌.活性数据离散分布下的瑞香狼毒抗肿瘤活性成分筛选研究[J].药学学报,2014,49:927-931.
- [3] 赵程程.瑞香狼毒根部黄酮类化合物的提取、分离纯化及生物活性测定[D].曲阜:曲阜师范大学,2013.
- [4] JO B G, PARK N J, JEGAL J, CHOI S, LEE S W, JIN H, et al. A new flavonoid from *Stellera chamaejasme* L., stechamone, alleviated 2,4-dinitrochlorobenzene-induced atopic dermatitis-like skin lesions in a murine model[J]. Int Immunopharmacol, 2018, 59: 113-119.
- [5] 刘淑娜.瑞香狼毒的化学成分和生物活性研究[D].北京中医药大学,2018.
- [6] 孙永林,汤尚文,李玉奇,王海燕.不同干燥方式对瑞香狼毒总黄酮提取及抑菌活性的影响[J].现代农业科技,2016(9):282-283.
- [7] LIU X, WANG S, XU J, KOU B, CHEN D, WANG Y, et al. Extract of *Stellera chamaejasme* L. (ESC) inhibits growth and metastasis of human hepatocellular carcinoma via regulating microRNA expression[J/OL]. BMC Complement Altern Med, 2018, 18: 99. doi:10.1186/s12906-018-2123-y.

- [8] 林海红,郭珍珍,马小方,曹宁,杜钢军. 狼毒乙醇提取物限制糖脂代谢阻止小鼠肺癌细胞生长和转移[J]. 河南大学学报(自然科学版),2016,46:414-421.
- [9] 宋海平,任韶韶,肖超,宋琪,李晓,孙京栋,等. 瑞香狼毒抗肿瘤作用机制研究进展[J]. 山东医药,2016,56:98-101.
- [10] 赵琳,杨喜花,杨永明,李树萍,王卉,王跃凤,等. 瑞香狼毒根部烷烃类提取物 GC-MS 分析及抑瘤活性初探[J]. 天然产物研究与开发,2018,30:621-628.
- [11] 吴宏辉,李红丽,王文全,侯俊玲. 瑞香狼毒抗癌作用研究进展[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23:127-130.
- [12] 李鸿君,邢立强,李旺,赵建清. 瑞香狼毒水提取物对肺腺癌细胞株耐药及凋亡的影响[J]. 河北医药,2013,35:823-825.
- [13] 杨喜花,王俊田,陈丽霞,杨永明,阎磊,任连生. 瑞香狼毒提取物对肝癌原位移植瘤小鼠的生命延长作用[J]. 中国药物与临床,2017,17:501-503.
- [14] KAN X X, LI Q, CHEN X, WANG Y J, LI Y J, YANG Q, et al. A novel cell cycle blocker extracted from *Stellera chamaejasme* L. inhibits the proliferation of hepatocarcinoma cells[J]. *Oncol Rep*, 2016, 35: 3480-3488.
- [15] 沈佳钰. 瑞香狼毒药理活性研究进展[J]. 内蒙古中医药,2017,36:151-152.
- [16] QIAN S, LI M. Chamaejasmine induces apoptosis in HeLa cells through the PI3K/Akt signaling pathway[J]. *Anticancer Drugs*, 2017, 28: 40-50.
- [17] ZHANG S D, SHAN L, LI W, LI H L, ZHANG W D. Isochamaejasmin induces apoptosis in leukemia cells through inhibiting Bcl-2 family proteins[J]. *Chin J Nat Med*, 2015, 13: 660-666.
- [18] 李云青. 瑞香狼毒毒性物质基础研究[D]. 上海:第二军医大学,2016.
- [19] 黄弥娜,曹青青,李云青,费扬,李洋,李盛建,等. 瑞香狼毒毒性部位的化学成分研究[J]. 环球中医药,2016,9:1059-1064.
- [20] 胡爽,郭晏华. HPLC 法测定瑞香狼毒中香豆素类三种成分含量[J]. 中成药,2011,33:530-532.
- [21] 魏丽,王静静,杨艳梅,赵丽艳,张万明,张丹参. 超高效液相色谱法同时测定瑞香狼毒中伞形花内酯和狼毒色原酮的含量[J]. 中国医院药学杂志,2017,37:1335-1338.
- [22] 武雪,张平,张明童,李冬华,马潇. HPLC 同时测定瑞香狼毒中瑞香素、伞形花内酯和东莨菪内酯的含量[J]. 中国现代应用药学,2017,34:1171-1174.
- [23] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 四部. 北京:中国医药科技出版社,2015:374-377.

[本文编辑] 尹 茶