

## 4种重楼不同部位4种重楼皂苷含量的分析

刘佳, 杨亚利, 张鹏\*, 宋发军, 孟艳艳

(中南民族大学生命科学院生物技术国家民委重点实验室, 武陵山区特色  
资源植物种质保护与利用湖北省重点实验室, 武汉 430074)

[摘要] 目的:研究评价不同品种重楼的不同组织部位的药用价值。方法:分别提取华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼和狭叶重楼的地下根茎、地上茎、叶、种子、果皮和外种皮的重楼皂苷,采用HPLC检测其重楼皂苷I, II, VI, VII含量。结果:4种重楼的地下根茎中重楼皂苷总含量均高于地上部分,其中,七叶一枝花的地下根茎的重楼皂苷总含量最高,为 $26.34 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ;对于地上不同组织部位而言,七叶一枝花果皮的重楼皂苷I含量、种子的重楼皂苷VI含量、外种皮的重楼皂苷VII含量分别为 $10.18, 0.84, 8.61 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ;球药隔重楼种子的重楼皂苷II含量最高,为 $1.1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。结论:七叶一枝花地下根茎以及整株材料的重楼皂苷总含量最高,可作为后期人工栽培的优良品种;重楼地上茎、果皮和外种皮中的重楼皂苷I含量与其地下根茎的含量具正相关性,可通过检测重楼地上部分的重楼皂苷I含量初步评价其地下根茎的药用价值。

[关键词] 重楼; 不同组织部位; 重楼皂苷

[中图分类号] R282.2 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2016)16-0044-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016160044

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160628.1408.022.html>

[网络出版时间] 2016-06-28 14:08

### Analysis of Content of Polyphyllin in Different Fractions of Four Varieties of *Paridis Rhizoma*

LIU Jia, YANG Ya-li, ZHANG Peng\*, SONG Fa-jun, MENG Yan-yan

(College of Life Sciences, South-Central University for Nationalities, Key Laboratory for Biotechnology  
Under State Ethnic Affairs Commission, Hubei Provincial Key Laboratory for Protection and  
Application of Special Plant Germplasm in Wuling Area of China, Wuhan 430074, China)

[Abstract] **Objective:** This study evaluated the medicinal value of different tissue fractions of different varieties of *Paridis Rhizoma*. **Method:** Polyphyllin was extracted respectively from underground rhizomes, stems, leaves, seeds, peels and testa of *Paris polyphylla* var. *chinensis*, *P. polyphylla*, *P. fargesii* var. *fargesii* and *P. Polyphylla* var. *stenophylla*. The content of polyphyllin I, II, VI and VII were detected using HPLC method. **Result:** Total polyphyllin content in the underground rhizomes of the four varieties of *Paridis Rhizoma* was higher than that in their aboveground fractions; specifically, the total polyphyllin content in underground rhizomes of *P. polyphylla* was the highest, which was  $26.34 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . In terms of different aboveground fractions, polyphyllin I content in the peels, polyphyllin VI content in the seeds and polyphyllin VII content in the testa of *P. polyphylla* were the highest, which were  $10.18, 0.84, 8.61 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , respectively. Polyphyllin II content in the seeds of *P. fargesii* var. *fargesii* was the highest, which was  $1.1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . **Conclusion:** Due to the highest total polyphyllin content in either underground rhizomes and the whole plant of *P. polyphylla* among the four varieties of *Paridis*

[收稿日期] 20150924(017)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(31370118);中南民族大学基本科研业务费专项资金项目(CZW15019);校企合作项目(HZY14024);中南民族大学大学生创新创业资助项目(GXX14205, GCX15006, SCX15004)

[第一作者] 刘佳, 硕士, 从事重楼属植物药用成分分析, E-mail: 471478059@qq.com

[通讯作者] \*张鹏, 博士, 副教授, 硕士生导师, 从事药用植物及其内生菌研究, E-mail: zhangpenghust@126.com

*Rhizoma, P. polyphylla* could be used as a good variety for future artificial cultivation. Polyphyllin I content in the stems, peels and testa of *Paridis Rhizoma* presented positive correlations with the polyphyllin I content in the underground rhizomes, suggesting that the medicinal value of the underground rhizomes could be preliminarily evaluated through detection of polyphyllin I content in the aboveground fractions.

[Key words] *Paridis Rhizoma*; different tissue fractions; polyphyllin

重楼为百合科多年生草本植物,分布在云南、湖北、四川、广西等地<sup>[1-2]</sup>,具有抗肿瘤、调节免疫、调节心脑血管以及镇静镇痛、凉肝定惊等药理作用<sup>[3-7]</sup>。重楼的主要药用成分为甾体皂苷类<sup>[8]</sup>,其中,重楼皂苷 I, II, VI, VII 含量被 2010 年版《中国药典》规定为评价重楼品质的重要指标<sup>[9]</sup>。不同的重楼皂苷具有不同的疗效,重楼皂苷 I, II, VI 具有较强的免疫调节及抗肿瘤作用<sup>[10]</sup>,重楼皂苷 VII 具有抑制胃黏膜损伤和降低血压的作用,重楼皂苷 I 和 VI 具有治疗白血病和鼻、咽癌的作用<sup>[11]</sup>。重楼的药用价值日益受到人们重视,但由于重楼生长条件苛刻,种子具有“二次休眠”特性<sup>[1]</sup>,自然繁殖困难,加上人们过度的采挖,导致其野生资源稀缺。因此,筛选优良的重楼野生资源进行人工驯化栽培,以及开发丢弃的地上部分,逐渐成为重楼开发研究的重点方向之一。

重楼属植物种类较多,且不同品种间药用成分含量相差较大。HPLC 作为常规重楼皂苷含量的检测方法,具有准确可靠、操作简便等优点,检测到的重楼皂苷含量可反映重楼的内在质量。例如,汪瑶等<sup>[12]</sup>采用 HPLC 法检测了球药隔重楼中重楼皂苷 I, II, VI, VII 等 5 种重楼皂苷的含量;徐丽丽等<sup>[13]</sup>采用 RP-HPLC 法测定了重楼中重楼皂苷 I, II 等 4 种甾体皂苷的含量;李懿等<sup>[14]</sup>采用 HPLC 法测定不同产地滇重楼中重楼皂苷 I, II, VI, VII 等 6 种重楼皂苷的含量;而邹亮等<sup>[15]</sup>采用 HPLC 法测定不同产地滇重楼中重楼皂苷 VI, VII 等 4 种重楼皂苷的含量。

本研究分别采集了华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼和狭叶重楼,采用 HPLC 法分析其传统入药部分——地下根茎的重楼皂苷 I, II, VI, VII 的含量,筛选重楼皂苷含量较高的重楼品种,作为后期人工驯化栽培的优良品种。同时,通过分析华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼和狭叶重楼的地上茎、叶、种子、果皮和外种皮中重楼皂苷 I, II, VI, VII 的含量,筛选潜在的药用资源,并通过分析地下根茎和地上部分的皂苷含量的相关性,开发快速筛选优良重楼种质的方法。

## 1 材料

华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼、狭叶重楼于

2014 年 5 月采集于湖北省恩施州巴东县七叶芬芳中药材科技开发有限公司的种植基地,由中南民族大学药学院万定容教授分别鉴定为 *Paris polyphylla* var. *chinensis*, *P. polyphylla*, *P. fargesii* var. *fargesii*, *P. polyphylla* var. *stenophylla*。

重楼皂苷 I, II, VI, VII 对照品购于上海源叶生物科技有限公司(批号分别为 HN1116XB13, HN1116XC13, 20120803, RN1118FB13);甲醇、乙腈(色谱级)购于美国天地公司,正丁醇(分析纯)等试剂购于国药集团化学试剂有限公司。水为娃哈哈纯净水。

1200 系列高效液相色谱仪(美国安捷伦公司), KQ-500E 型超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司), METTLER TOLEDO 型分析天平(瑞士奥然科技有限公司), RE-52 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂), 0.45  $\mu\text{m}$  尼龙滤膜(美国 Millipore)。

## 2 方法

**2.1 重楼皂苷 I, II, VI, VII 的提取** 参照本实验室建立的重楼皂苷提取方法<sup>[8]</sup>,将 4 种重楼的地下根茎、地上茎、叶、种子、果皮和外种皮烘干后研磨成粉,分别精密称取 0.50 g,用甲醇 50 mL 超声萃取 1 h 后,分别过滤并收集滤液,蒸干并用水溶解后,正丁醇萃取得到正丁醇相,经旋转蒸发器浓缩后,用甲醇定容至 10 mL, 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜过滤获得重楼皂苷提取液。

**2.2 色谱条件** 对照品溶液的制备:分别精密称取重楼皂苷 I, II, VI, VII 对照品适量溶于甲醇,配制成含有 0.4  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  的重楼皂苷 I, II, VI 和 0.38  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  的重楼皂苷 VII 的对照品混合储备液,并分别稀释配置成质量浓度分别为 0.04, 0.1, 0.2, 0.3, 0.36  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  的不同检测溶液。由低浓度至高浓度精密吸取混合对照品溶液 20  $\mu\text{L}$  依次注入高效液相色谱仪,绘制标准曲线。

参照文献[14-18],并根据本实验室已建立的检测条件<sup>[8]</sup>进行重楼皂苷 HPLC 分析: Venusil XBP C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ), 流动相为乙腈(A)-水(B)的梯度洗脱(0~40 min, 35%~55% A; 40~50 min, 55%~60% A), 柱温为 20  $^{\circ}\text{C}$ , 流速为 0.8

$\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 检测波长为 210 nm; 进样量 20  $\mu\text{L}$ 。所有检测指标测定均进行 3 次重复。

**2.3 数据统计及分析** 采用 Microsoft Excel 2007 进行数据统计、相关性分析和做图。

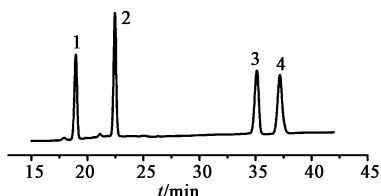
### 3 结果

#### 3.1 4 种重楼皂苷的 HPLC 检测及标准曲线的制

表 1 4 种重楼皂苷对照品的标准曲线数据

Table 1 Standard curve data of four varieties of polyphyllin control samples

对照品	$t/\text{min}$	线性回归方程	$r$	线性范围/ $\mu\text{g}$
重楼皂苷 I	36.98	$Y = 2\,937.86X + 0.36$	0.999 3	0.146 ~ 2.263
重楼皂苷 II	35.16	$Y = 3\,104.09X + 5.78$	0.999 7	0.112 ~ 2.205
重楼皂苷 VI	23.35	$Y = 2\,898.31X - 2.77$	0.999 3	0.189 ~ 2.863
重楼皂苷 VII	19.16	$Y = 2\,644.46X + 2.88$	0.999 7	0.104 ~ 2.035



1~4. 重楼皂苷 VII, VI, II, I (图 2 同)

图 1 4 种重楼皂苷混合对照品的 HPLC

Fig. 1 HPLC detection of four varieties of polyphyllin mixed control samples

**3.2 精密度和稳定性分析** 取重楼皂苷对照品溶液,连续进样 5 次,记录峰面积,分别计算重楼皂苷 I, II, VI, VII 峰面积的 RSD,分别为 1.3%, 1.1%, 1.3%, 1.4%, 表明色谱仪的精密度良好。同样取重楼皂苷对照品溶液,分别在 0, 6, 12, 24, 36, 8 h 进样测定,记录峰面积并分别计算重楼皂苷 I, II, VI, VII 峰面积的 RSD,分别为 1.6%, 1.5%, 1.8%, 2.1%, 1.3%, 表明色谱仪检测结果在 48 h 稳定。

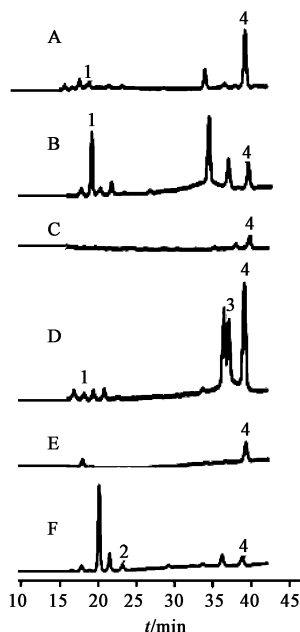
**3.3 重复性试验及加样回收试验** 取七叶一枝花的外种皮烘干粉末 5 份,每份约 0.5 g,提取其重楼皂苷并测定,结果重楼皂苷 VI 和 VII 的 RSD 分别为 2.2%, 1.4%, 表明方法重复性良好。

取重楼皂苷 VI, VII 质量分数分别为 0.423 1%, 0.642 2% 的重楼外种皮烘干粉末 5 份,每份约 0.5 g,精密加入重楼对照品储备溶液 1 mL,制备样品溶液,进行加样回收率考察。结果重楼皂苷 VI, VII 加样回收率分别为 99.22%, 98.46%。RSD 分别为 2.2%, 1.7%, 表明提取方法准确可靠。

**3.4 4 种重楼皂苷含量的 HPLC 检测** 采用超声萃取法分别提取华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼和狭叶重楼的地下根茎、地上茎、叶、种子、果皮和外种

备 HPLC 检测不同浓度的重楼皂苷 I, II, VI, VII 对照品溶液,绘制标准曲线、计算线性回归方程相关系数以及线性范围(表 1)发现,重楼皂苷 I, II, VI, VII 的目标峰的保留时间分别为 36.98, 35.16, 23.35, 19.16 min (图 1),液相的相关系数均 > 0.999,线性关系良好。

皮 6 个不同组织部位的总皂苷,采用 HPLC 分别检测重楼皂苷 I, II, VI, VII (部分结果见图 2),并计算其质量分数(表 2),结果表明:4 种重楼不同组织部位均含有重楼皂苷 I。对于不同品种相同组织部位的重楼皂苷 I 质量分数进行比较发现,七叶一枝花地下根茎、地上茎、果皮、外种皮的重楼皂苷 I 质量分数最高,分别为 16.47, 3.51, 10.18, 4.16  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 球药隔重楼的叶和种子中重楼皂苷 I 质量分数最高,分别为 7.83, 2.43  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。



A. 果皮; B. 外种皮; C. 叶; D. 地上根茎; E. 地上茎; F. 种子

图 2 七叶一枝花不同组织部位 HPLC

Fig. 2 HPLC of different tissue fractions of *Paris polyphylla*

狭叶重楼和华重楼中均未检测到重楼皂苷 II。七叶一枝花只有地下根茎中含有重楼皂苷 II,质量分数为 9.05  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 球药隔重楼的地下根茎和种子

表 2 4 种重楼不同组织部位重楼皂苷质量分数的分析( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

种类	重楼皂苷	种子	地上茎	外种皮	叶片	果皮	根
七叶一枝花	I	2.06 ± 0.30	3.49 ± 0.02	4.09 ± 0.07	1.87 ± 0.05	9.84 ± 0.34	16.21 ± 0.26
	II	0	0	0	0	0	8.97 ± 0.08
	VI	0.82 ± 0.02	0	0	0	0	0
	VII	0	0	8.58 ± 0.03	0	0.81 ± 0.01	0.76 ± 0.06
球药隔重楼	I	2.28 ± 0.15	1.55 ± 0.23	2.44 ± 0.07	7.76 ± 0.07	5.92 ± 0.30	9.12 ± 0.23
	II	1.03 ± 0.07	0	0	0	0	0.40 ± 0.02
	VI	0	0	0	0	0	0
	VII	1.98 ± 0.01	0	3.87 ± 0.02	0	1.22 ± 0.01	3.75 ± 0.04
狭叶重楼	I	1.70 ± 0.14	0.95 ± 0.09	1.89 ± 0.04	5.50 ± 0.14	2.47 ± 0.31	6.21 ± 0.12
	II	0	0	0	0	0	0
	VI	0	0	0	0	0	0.95 ± 0.03
	VII	0	0	2.05 ± 0.02	0	1.23 ± 0.07	1.47 ± 0.01
华重楼	I	1.76 ± 0.06	1.53 ± 0.03	2.35 ± 0.04	1.69 ± 0.16	5.74 ± 0.15	8.17 ± 0.14
	II	0	0	0	0	0	0
	VI	0.22 ± 0.02	0	0	0	0	0.78 ± 0.02
	VII	1.19 ± 0.03	0	5.41 ± 0.03	0	0.70 ± 0.01	0.83 ± 0.16

含有重楼皂苷 II, 但质量分数很低, 分别为 0.42, 1.1 mg · g<sup>-1</sup>。

球药隔重楼中未检测到重楼皂苷 VI。华重楼和狭叶重楼的地下根茎含有重楼皂苷 VI, 但质量分数低, 分别为 0.80, 0.98 mg · g<sup>-1</sup>。华重楼和七叶一枝花的种子中含有重楼皂苷 VI, 质量分数也很低, 分别为 0.24, 0.84 mg · g<sup>-1</sup>。

4 种重楼的地下根茎和外种皮中均含有重楼皂苷 VII, 且外种皮的重楼皂苷 VII 含量均高于其他组织部位。其中, 七叶一枝花的外种皮的重楼皂苷 VII 质量分数最高, 为 8.61 mg · g<sup>-1</sup>; 球药隔重楼地下根茎的重楼皂苷 VII 质量分数最高, 为 3.75 mg · g<sup>-1</sup>。

不同组织部位 4 种重楼皂苷总含量的比较发现, 地下根茎的重楼皂苷总含量高于其他组织部位。七叶一枝花地下根茎的重楼皂苷总质量分数最高, 为 26.34 mg · g<sup>-1</sup>; 其次是球药隔重楼, 地下根茎的重楼皂苷总质量分数为 13.52 mg · g<sup>-1</sup>。

对于整个植株的 4 种重楼皂苷总含量的比较发现, 七叶一枝花整株的 4 种重楼皂苷总质量分数最高, 为 58.74 mg · g<sup>-1</sup>; 其次是球药隔重楼, 为 42.30 mg · g<sup>-1</sup>; 再次是华重楼, 为 31.12 mg · g<sup>-1</sup>; 最后是狭叶重楼, 为 25.39 mg · g<sup>-1</sup>。

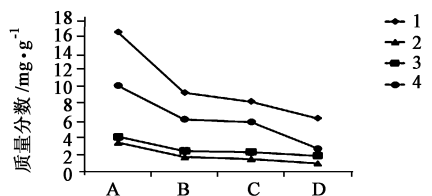
综上, 通过分析在 4 种重楼的不同组织部位的重楼皂苷总含量发现, 地下根茎的重楼皂苷总

含量均高于其他组织部位, 具有最高的药用价值, 其中七叶一枝花地下根茎以及整株材料的重楼皂苷总含量均为最高, 可作为大量人工繁育的首选品种。不同品种重楼的地上组织部位均含有 1~3 种重楼皂苷, 尤其是重楼皂苷 I 和 VII 含量较为丰富, 可作为新的重楼皂苷药源开发材料。

由于 4 种重楼不同组织部位均含有重楼皂苷 I, 因此, 本研究对 4 种重楼不同组织部位的重楼皂苷 I 含量的进行了相关性分析, 结果(图 3)表明, 地上茎、果皮和外种皮中重楼皂苷 I 含量高的品种其地下根茎的重楼皂苷 I 含量也高, 呈正相关性。该结果可为通过检测重楼地上茎、果皮和外种皮中重楼皂苷 I 的含量来评价其地下根茎的药用价值, 简化重楼优质品种的筛选工作提供了参考。

#### 4 讨论

2015 年版《中国药典》再次规定重楼皂苷 I, II, VI, VII 含量作为评价重楼品质的重要指标。但是不同品种重楼的皂苷含量存在很大差异<sup>[17]</sup>, 因此, 通过检测不同品种重楼的重楼皂苷含量可为筛选优良的重楼种质资源提供参考。本研究通过对华重楼、七叶一枝花、球药隔重楼和狭叶重楼的传统入药部分——地下根茎的重楼皂苷 I, II, VI, VII 含量的检测发现, 七叶一



A. 七叶一枝花; B. 球花隔重楼; C. 华重楼; D. 狭叶重楼; 1. 地下根茎; 2. 地上茎; 3. 外种皮; 4. 果皮

图 3 4 种重楼的地下根茎与其地上茎、外种皮、果皮中的重楼皂苷 I 含量比较

Fig. 3 Polyphyllin I content in underground rhizomes of four varieties of *Paridis Rhizoma* compared with that in their stems, testa and peels

花和球药隔重楼的根茎含有重楼皂苷 I, II 和重楼皂苷 VII, 不含有重楼皂苷 VI; 狭叶重楼和华重楼含有重楼皂苷 I, VI, VII, 不含有重楼皂苷 II; 其中七叶一枝花地下根茎以及整株材料的重楼皂苷总含量最高, 初步判断七叶一枝花为较好的重楼种植品种。同时, 本研究通过检测地上部分的重楼皂苷含量发现, 4 种重楼外种皮中均含有较高的重楼皂苷 VII, 其中七叶一枝花的外种皮中重楼皂苷 VII 含量最高, 而且七叶一枝花果皮及球药隔重楼的叶片中也含有较高的重楼皂苷 I, 这些结果表明, 重楼作为多年生的植物, 其丢弃的地上部分具有潜在的药源开发价值。

由于地下根茎为判断重楼品质的主要检测部位和传统入药部位, 但是地下根茎需要 3 ~ 5 年才可入药<sup>[8]</sup>, 重楼种质评价也需要检测 3 年以上的地下根茎的重楼皂苷含量, 因此, 从种类繁多的野生重楼品种中筛选和评价优良种质资源受其生长年限的限制。而本研究发现 4 种重楼的地上茎、外种皮、果皮分别与地下根茎中的重楼皂苷 I 含量具正相关性, 可以通过检测重楼地上茎、外种皮、果皮中重楼皂苷 I 的含量来评价其地下根茎的药用价值, 初步评价重楼的种质优劣, 提高重楼种质的筛选效率, 为建立高效的优质重楼种质筛选和评价体系提供参考。

[参考文献]

[1] 宋发军, 黄宗华. 七叶一枝花组织培养和种子萌发条件的研究[J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2013, 32(2): 51-54.

[2] 武珊珊, 高文远, 段宏, 等. 重楼化学成分和药理作用研究进展[J]. 中草药, 2004, 35(3): 344-347.

[3] Qin X J, Sun D J, Ni W, et al. Steroidal saponins with antimicrobial activity from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Steroids*,

2012, 77(12): 1242-1248.

[4] Huang Y, Cui L J, Zhan W H, et al. Separation and identification of steroidal compounds with cytotoxic activity against human gastric cancer cell lines *in vitro* from the rhizomes of *Paris polyphylla* var. *chinensis* [J]. *Chem Nat Compd*, 2007, 43(6): 672-678.

[5] Wu X, Wang L, Wang G C, et al. Triterpenoid saponins from rhizomes of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Carbohydr Res*, 2013, 368(5): 1-7.

[6] 洪燕, 韩燕全, 刘向国. 重楼的质量控制及药理研究进展[J]. 山西中医学院学报, 2013(6): 66-69.

[7] 何良艳, 余美荣, 陈建真. 重楼的研究进展[J]. 现代中药研究与实践, 2011, 25(6): 94-97.

[8] 刘佳, 张鹏, 宋发军, 等. 重楼地上部分四种重楼皂苷含量的分析[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(5): 1233-1235.

[9] Wang G X, Han J, Zhao L W, et al. Anthelmintic activity of steroidal saponins from *Paris polyphylla* [J]. *Phytomedicine*, 2010, 17(14): 1102-1105.

[10] 何明生, 李秀. 重楼药理作用的研究进展[J]. 世界中医药, 2012, 7(6): 579-582.

[11] Yan L L, Zhang Y J, Gao W Y, et al. *In vitro* and *in vivo* anti-cancer activity of steroid saponins of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Exp Oncol*, 2009, 31(1): 27-32.

[12] 汪瑶, 薛丹, 文飞燕, 等. HPLC 测定球药隔重楼中的 5 种重楼皂苷[J]. 华西药学杂志, 2015, 30(4): 469-470.

[13] 徐丽丽, 赵亮, 夏晖, 等. RP-HPLC 法测定重楼中四种甾体皂苷的含量[J]. 药学实践杂志, 2009, 27(3): 201-204.

[14] 李懿, 何佳, 赵庭周, 等. HPLC 同时测定不同产地滇重楼中的 6 种重楼皂苷[J]. 中成药, 2012, 32(1): 113-116.

[15] 邹亮, 周浓, 张海珠, 等. HPLC 测定不同产地滇重楼中的 4 种重楼皂苷[J]. 华西药学杂志, 2009, 24(5): 521-523.

[16] 梁玉勇, 刘振, 高文远, 等. HPLC 测定贵州不同产地的七叶一枝花中 9 种甾体皂苷的含量[J]. 中国中药杂志, 2012, 8(15): 2309-2312.

[17] 付绍智, 李楠, 刘振. HPLC 法测定不同产地重楼属植物中 7 种甾体皂苷成分[J]. 中草药, 2012, 43(12): 2435-2437.

[18] 谭伟, 戴建辉, 熊勇, 等. 滇重楼皂苷提取及含量测定[J]. 云南民族大学学报: 自然科学版, 2010, 19(2): 127-129.

[责任编辑 邹晓翠]