

一测多评法测定白背叶中 3 个黄酮碳苷成分的含量*

成林¹, 谢巍², 朱斌³, 蒋受军^{4**}

(1. 广西南宁市红十字会医院, 南宁 530012; 2. 柳州市妇幼保健院, 柳州 545001;
3. 广西食品药品检验所, 南宁 530021; 4. 广西药品不良反应监测中心, 南宁 530029)

摘要 目的: 建立一测多评法测定白背叶药材中 3 个黄酮碳苷成分蒴芦巴昔 II、夏佛托昔和异夏佛托昔的含量, 并验证其准确性及可行性。**方法:** 采用高效液相色谱法, 使用 C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 柱温 25 °C, 流动相为甲醇-0.1% 乙酸水溶液, 梯度洗脱, 流速 1.0 mL · min⁻¹, 检测波长 336 nm。以蒴芦巴昔 II 为内参物, 建立其与夏佛托昔和异夏佛托昔的相对校正因子, 计算白背叶药材中夏佛托昔、异夏佛托昔的含量, 实现一测多评。同时采用外标法测定白背叶药材中 3 个黄酮碳苷成分的量, 比较计算值与测定值之间的差异, 以验证一测多评法在测定中的准确性及可行性。**结果:** 在一定线性范围内, 蒴芦巴昔 II 与夏佛托昔、异夏佛托昔的相对校正因子分别为 1.315、1.022。一测多评法测得 6 批样品中蒴芦巴昔 II 的含量范围为 0.75~7.51 mg · g⁻¹, 夏佛托昔的含量范围为 1.24~7.56 mg · g⁻¹, 异夏佛托昔的含量范围为 1.03~5.99 mg · g⁻¹, 与外标法测定结果无显著性差异。**结论:** 所建立的同时测定蒴芦巴昔 II、夏佛托昔和异夏佛托昔含量的一测多评法准确、可行, 可用于白背叶药材的定量分析。

关键词: 白背叶; 黄酮碳苷类成分; 芹菜素结构母核; 蒴芦巴昔 II; 夏佛托昔; 异夏佛托昔; 一测多评法

中图分类号: R 917 文献标识码: A 文章编号: 0254-1793 (2018) 07-1152-06

doi: 10.16155/j.0254-1793.2018.07.08

Determination of three flavone C-glycosides in the leaves of *Mallotus apelta* by quantitative analysis of multi-components by single marker*

CHENG Lin¹, XIE Wei², ZHU Bin³, JIANG Shou-jun^{4**}

(1. Guangxi Nanning Municipal Red Cross Hospital, Nanning 530012, China; 2. Women and Children's Health Care Hospital of Liuzhou, Liuzhou 545001, China; 3. Guangxi Institute for Food and Drug Control, Nanning 530021, China;
4. Center for ADR Monitoring of Guangxi, Nanning 530029, China)

Abstract Objective: To develop a method for the simultaneous determination of three flavone C-glycosides (vicenin II, schaftoside and isoschaftoside) in the leaves of *Mallotus apelta* (Lour.) Muell. Arg. by quantitative analysis of multi-components by single-marker (QAMS), and to verify accuracy and feasibility of the method.

* 广西自然科学基金项目“广西特色民族药白背叶物质基础、质量控制及活性成分药代动力学研究”(编号 2010GXNSFA013233)

** 通信作者 Tel:(0771) 5827257; E-mail: jiangshoujun@sina.com

第一作者 Tel:(0771) 2326655; E-mail: 2755587504@qq.com

Methods: HPLC was performed on a C₁₈ analytical column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) at 25 °C with methanol and 0.1% acetic acid as the mobile phase with gradient elution. Vicenin II was used as the internal reference substance. The relative correlation factors (RCFs) of schaftoside and isoschaftoside to vicenin II were determined. The contents of these three flavone C-glycosides were determined by the external standard method (ESM) and QAMS method. The QAMS method was validated through comparison of the results obtained by the two different methods. **Results:** RCFs of schaftoside and isoschaftoside to vicenin II were 1.315 and 1.022 respectively. The content ranges of vicenin II, schaftoside and isoschaftoside by the QAMS method were 0.75–7.51 mg · g⁻¹, 1.24–7.56 mg · g⁻¹ and 1.03–5.99 mg · g⁻¹, respectively. The two methods did not show significant difference in assay results and the RCFs were reliable. **Conclusion:** The QAMS method for simultaneous determination of vicenin II, schaftoside and isoschaftoside is feasible, accurate, and can be used to determine three flavone C-glycosides in the leaves of *M. apelta*.

Keywords: *Mallotus apelta*; flavone C-glycosides; common structure of apigenin; vicenin II; schaftoside; isoschaftoside; quantitative analysis of multi-components by single-marker (QAMS)

中药成分复杂,单一成分含量指标难以全面反映中药的内在质量。多成分含量指标质量评价模式是中药现代化发展的要求,但由于对照品难以分离获得所致市场供应量有限,多指标测定所需费用较高等原因,限制了多组分分析在质量控制中的实际应用。一测多评(quantitative analysis of multi-components by single-marker, QAMS)法是多指标质量控制的模式之一,通过建立一个成分标准曲线,同时实现多个同类成分含量测定,克服了对照品紧缺和检测成本高的困难,成为一种适合中药及其复方制剂特点的多指标质量评价新模式,并已应用于中药及其制剂的质量控制^[1-6]。白背叶为大戟科野桐属植物白背叶 *Mallotus apelta* (Lour.) Muell. Arg. 的干燥叶,为华南地区常用草药^[7],具有柔肝活血、健脾化湿、收敛固脱、消炎止血等功效,主要用于慢性肝炎、肝脾肿大、子宫脱垂、脱肛、白带、妊娠水肿、耳炎、疖肿、跌打损伤、外伤出血等疾病^[8]。白背叶中富含黄酮类成分,在前期研究中,作者对白背叶的化学成分进行了研究,分离鉴定了葫芦巴昔 II、夏佛托昔、异夏佛托昔 3 个黄酮碳苷类成分,并建立 HPLC 法测定白背叶中这 3 个黄酮碳苷类成分的含量^[9]。据相关文献报道,葫芦巴昔 II、夏佛托昔、异夏佛托昔具有较强的抗菌、保肝等作用^[10]。白背叶药材中所含 3 个黄酮碳苷类成分化学结构母核均为芹菜素,具有一致的紫外吸收光谱,适合建立 QAMS 含量测定方法。因此,本研究将通过外标法(ESM)建立白背叶药材中葫芦巴昔 II、异夏佛托昔、夏佛托昔的 HPLC 含量测定方法,再以葫

芦巴昔 II 为内标,探讨白背叶药材中 3 个黄酮碳苷成分 QAMS 同步测定的可行性。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

UltiMate 3000 型高效液相色谱仪(Thermo Scientific), Chromeleon 7 色谱工作站; Agilent 1260 型高效液相色谱仪(Agilent Technologies), Agilent Chem Station 工作站; Agilent Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 依利特 Hypersil BDS-C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm), Phenomenex Synergi Polar-RP C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 4 μm); METTLER TOLEDO AG-204 电子分析天平(METTLER TOLEDO); Millipore Simplicity-UV 超纯水器(美国密里博)。

1.2 试剂

葫芦巴昔 II、夏佛托昔、异夏佛托昔的对照品为自行从白背叶药材中分离、精制而得,经 MS、H¹ 和 C¹³-NMR 确定结构, HPLC 峰面积归一化法测得其纯度均大于 98%。水为超纯水, 甲醇、乙腈为色谱纯(Fisher 公司), 其余试剂均为分析纯。白背叶药材经广西食品药品检验所韦家福副主任药师鉴定为大戟科植物白背叶 *Mallotus apelta* (Lour.) Muell. Arg. 的干燥叶, 标本存放于广西食品药品检验所中药标本室。

2 方法与结果

2.1 溶液的制备

2.1.1 混合对照品溶液 精密称取 105 °C 干燥至恒重的葫芦巴昔 II、夏佛托昔、异夏佛托昔对照品适量,

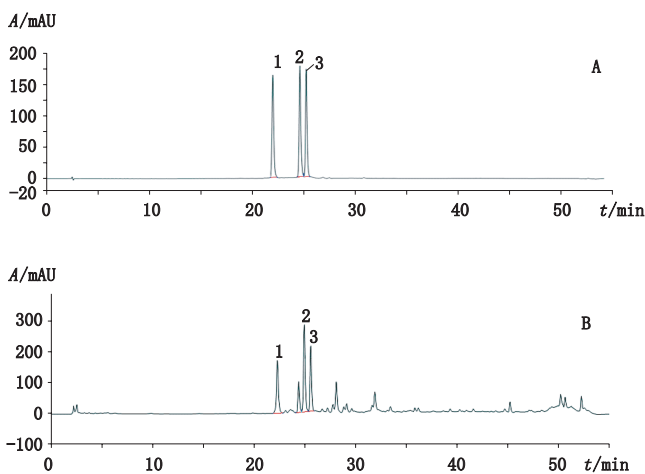
加 70% 甲醇水配制成每 1 mL 含葫芦巴苷 II 0.528 mg, 异夏佛托苷 0.452 mg 和夏佛托苷 0.476 mg 的混合溶液, 即得。

2.1.2 供试品溶液 取白背叶药材细粉约 1.0 g, 精密称定, 精密加入 70% 甲醇水 20 mL, 称量, 加热回流提取 1.5 h, 放冷, 用 70% 甲醇水补足减失的量, 滤过, 取续滤液经 0.45 μm 微孔滤膜滤过, 即得。

2.2 色谱条件

仪器: Thermo Scientific UltiMate 3000 型高效液相色谱仪; 色谱柱: Agilent Eclipse XDB-C₁₈ (4.6 mm \times 250 mm, 5 μm); 流动相: 甲醇 (A) - 0.1% 乙酸钠水溶液 (B), 梯度洗脱 (0~10 min, 20%A; 10~50 min, 20%A \rightarrow 80%A; 50~51 min, 80%A \rightarrow 20%A); 流速: 1.0 mL \cdot min⁻¹, 检测波长: 336 nm; 柱温: 25 $^{\circ}\text{C}$; 进样量: 10 μL 。

分别吸取混合对照品溶液、供试品溶液各 10 μL , 按上述色谱条件进样测定, 结果见图 1。由图 1 可知, 3 个黄酮碳苷类成分与其他成分之间分离良好。



1. 葫芦巴苷 II (vicenin II) 2. 异夏佛托苷 (isoschaftoside) 3. 夏佛托苷 (schaftoside)

图 1 混合对照品 (A) 和白背叶药材 (B) HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed reference substances (A) and leaves of *Mallotus apelta* (B)

2.3 方法学验证

2.3.1 线性关系考察 精密吸取“2.1.1”项下混合对照品溶液 (每 1 mL 中含葫芦巴苷 II 0.528 mg, 异夏佛托苷 0.452 mg, 夏佛托苷 0.476 mg) 0.5、1、2、3、5 和 10 mL, 分别置 10 mL 量瓶中, 用 70% 甲醇水定容至刻度, 摇匀, 分别进样 10 μL 进行测定, 以进样量

(X) 为横坐标, 峰面积 (Y) 为纵坐标, 绘制曲线, 计算回归方程, 葫芦巴苷 II、异夏佛托苷、夏佛托苷的线性回归方程分别为:

$$Y=10.39X+0.2819 \quad r=0.9996$$

$$Y=11.13X+0.1642 \quad r=0.9997$$

$$Y=10.32X+0.0198 \quad r=0.9995$$

线性范围分别为 0.264~5.28、0.226~4.52、0.238~4.76 μg , 表明各成分进样量在各自范围内与峰面积呈良好的线性关系。

2.3.2 精密度试验 取白背叶药材 (批号 011198) 粉末约 1.0 g, 精密称定, 按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液, 连续进样测定 6 次, 记录峰面积; 结果葫芦巴苷 II、异夏佛托苷、夏佛托苷峰面积的 RSD ($n=6$) 分别为 0.52%、0.65%、0.74%。再取同一份白背叶供试品溶液, 分别于溶液制备后第 1、2、3、4、5、6 d 同法进样, 记录峰面积; 结果葫芦巴苷 II、异夏佛托苷、夏佛托苷峰面积的 RSD ($n=6$) 分别为 0.69%、0.48%、0.76%。表明仪器在日内和日间精密度良好。

2.3.3 稳定性试验 取同一份白背叶供试品溶液 (批号 011198), 分别于溶液制备后 0、2、4、12、24 h 进样, 测定, 记录各成分峰面积的 RSD; 结果葫芦巴苷 II、异夏佛托苷、夏佛托苷峰面积的 RSD ($n=5$) 分别为 0.99%、1.1%、0.82%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.3.4 重复性试验 取同一批白背叶药材粉末 (批号 011198) 6 份, 每份约 1.0 g, 精密称定, 按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液, 分别进样 10 μL , 记录峰面积, 并计算含量。葫芦巴苷 II 的平均含量为 3.31 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 1.9%; 异夏佛托苷的平均含量为 4.09 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 2.1%; 夏佛托苷的平均含量为 3.21 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 为 2.0%; 表明该方法的重复性良好。

2.3.5 加样回收率试验 精密称取对照品葫芦巴苷 II 16.8 mg, 异夏佛托苷 19.89 mg, 夏佛托苷 15.9 mg, 置同一 200 mL 量瓶中, 加适量甲醇超声使溶解并稀释至刻度, 摇匀, 即得混合对照品储备液; 另取已测定含量 (每 1 g 中含葫芦巴苷 II 3.31 mg, 异夏佛托苷 4.09 mg, 夏佛托苷 3.21 mg) 的白背叶药材粉末 (批号 011198) 6 份, 每份约 0.5 g, 精密称定, 分别精密加入上述混合对照品储备液 20 mL, 按“2.1.2”项下方法制备供试溶液, 按“2.2”项下色谱条件进样, 测定峰面积, 计算葫芦巴苷 II、异夏佛托苷、夏佛托苷的平均回收率 ($n=6$) 分别为 98.6%、101.3% 和

99.5%, RSD 分别为 2.9%、2.2%、1.8%。

3 相对校正因子 (RCF) 和相对保留时间的测定

3.1 待测组分相对校正因子计算

精密吸取“2.1.1”项下混合对照品溶液(每 1 mL 中含葫芦巴苷 II 0.528 mg, 异夏佛托苷 0.452 mg, 夏佛托苷 0.476 mg) 0.5、1、2、3、5 和 10 mL, 分别置 10 mL 量瓶中, 用甲醇定容至刻度, 摇匀, 按“2.2”项下色谱条件进样分析, 以葫芦巴苷 II (S) 为内参物, 计算待测成分异夏佛托苷和夏佛托苷的相对校正因子, 结果见表 1。相对校正因子的计算公式为^[11]:

$$f_{g/i} = \frac{f_s}{f_i} \times \frac{C_i \times A_s}{C_s \times A_i}$$

式中 A_s 为内参物峰面积, C_s 为内参物的浓度, A_i 为待测组分 i 的峰面积, C_i 为待测组分 i 的浓度。

根据所测定的相对校正因子, 可计算出待测组分 i 的浓度, 其计算公式为^[7]:

$$C_i = f_{g/i} \times \frac{C_s \times A_i}{A_s}$$

式中 C_i 为待测组分 i 的浓度, $f_{g/i}$ 为待测组分 i 的相对校正因子, A_s 为内参物的峰面积, C_s 为内参物的浓度, A_i 为待测组分 i 的峰面积。

表 1 异夏佛托苷和夏佛托苷的相对校正因子

| 进样序号 (sample No.) | 相对校正因子 (relative correction factor) | |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | 异夏佛托苷 (isoschaftoside) | 夏佛托苷 (schaftoside) |
| 1 | 1.034 | 1.312 |
| 2 | 1.021 | 1.323 |
| 3 | 1.012 | 1.302 |
| 4 | 1.023 | 1.331 |
| 5 | 1.031 | 1.313 |
| 6 | 1.012 | 1.311 |
| 均值 (mean) | 1.022 | 1.315 |
| RSD/% | 0.92 | 1.0 |

3.2 相对校正因子的重现性考察

取混合对照品溶液, 分别考察 UltiMate 3000、Agilent 1260 高效液相色谱仪和 Agilent Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm)、依利特 Hypersil BDS-C₁₈ 色谱柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm)、Phenomenex Synergi Polar-RP C₁₈ 色谱柱 (250 mm × 4.6

mm, 4 μm) 对相对校正因子的影响, 结果见表 2。结果表明, 不同高效液相色谱仪及色谱柱对相对校正因子无显著影响。

表 2 待测组分在不同仪器及色谱柱测定的相对校正因子

| 仪器 (instrument) | 色谱柱 (column) | 相对校正因子 (relative correction factor) | |
|--------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| | | 异夏佛托苷 (isoschaftoside) | 夏佛托苷 (schaftoside) |
| UltiMate 3000 | Agilent Eclipse XDB-C ₁₈ | 1.022 | 1.315 |
| | Hypersil BDS-C ₁₈ | 1.044 | 1.398 |
| | Phenomenex Synergi C ₁₈ | 1.098 | 1.383 |
| Agilent 1260 | Agilent Eclipse XDB-C ₁₈ | 1.073 | 1.359 |
| | Hypersil BDS-C ₁₈ | 1.052 | 1.382 |
| | Phenomenex Synergi C ₁₈ | 1.102 | 1.374 |
| 均值 (mean) | | 1.065 | 1.368 |
| RSD/% | | 3.2 | 2.9 |

3.3 待测组分色谱峰的定位

相对保留时间 (relative retention time) 是 QAMS 法中待测色谱峰的定位方法之一^[7]。本研究考察了在不同品牌仪器和色谱柱中待测组分相对保留时间的重现性, 测得异夏佛托苷和夏佛托苷相对保留时间的 RSD 分别为 1.9% 和 2.4%。结果表明相对保留时间的波动相对较小, 可以用于定位待测组分色谱峰, 测定结果见表 3。

表 3 待测组分在不同仪器及色谱柱测定的相对保留时间值

| 仪器 (instrument) | 色谱柱 (column) | 相对保留时间 (relative retention time) | |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | | 异夏佛托苷 (isoschaftoside) | 夏佛托苷 (schaftoside) |
| UltiMate 3000 | Agilent Eclipse XDB-C ₁₈ | 1.119 | 1.148 |
| | Hypersil BDS-C ₁₈ | 1.122 | 1.135 |
| | Phenomenex Synergi C ₁₈ | 1.097 | 1.148 |
| Agilent 1260 | Agilent Eclipse XDB-C ₁₈ | 1.134 | 1.193 |
| | Hypersil BDS-C ₁₈ | 1.151 | 1.186 |
| | Phenomenex Synergi C ₁₈ | 1.142 | 1.174 |
| 均值 (mean) | | 1.128 | 1.164 |
| RSD/% | | 1.9 | 2.4 |

4 QAMS 法与 ESM 测定结果的比较

取 6 批不同批号的白背叶药材粉末,按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液;分别精密吸取供试品溶液 10 μL ,按“2.2”项下色谱条件进样,测定峰面积。采用 ESM 和 QAMS 法计算白背叶药材中异夏佛托

苷和夏佛托苷的含量,结果见表 4。表明 2 种含量测定方法无显著性差异,相对误差(相对误差=(QAMS 计算值-ESM 实测值)/ESM 实测值 \times 100%)可在可接受范围。

表 4 QAMS 法与 ESM 测得白背叶中 2 种成分的含量($n=3$)

Tab. 4 Determination of two flavonoid glycosides in *Mallotus apelta* by QAMS and ESM

| 批号 (lot No.) | 葫芦巴苷 II 含量 (vicenin II content)/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) | | 异夏佛托苷含量 (isoschaftoside content)/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) | | 相对误差 (relative error)/ % | 夏佛托苷含量 (schaftoside content) ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) | | 相对误差 (relative error)/ % |
|-----------------|--|------|---|-------|--------------------------------|--|-------|--------------------------------|
| | ESM | ESM | QAMS | ESM | | QAMS | | |
| 011987 | 1.88 | 1.41 | 1.45 | 2.84 | 1.11 | 1.14 | 2.70 | |
| 011991 | 1.83 | 1.27 | 1.24 | -2.36 | 1.06 | 1.03 | -2.83 | |
| 011993 | 7.51 | 7.61 | 7.56 | -0.66 | 5.92 | 5.99 | 1.18 | |
| 011995 | 5.22 | 5.54 | 5.59 | 0.90 | 4.44 | 4.32 | -2.70 | |
| 011996 | 0.75 | 1.40 | 1.43 | 2.14 | 1.02 | 1.04 | 1.96 | |
| 011998 | 3.31 | 4.09 | 4.02 | -1.71 | 3.21 | 3.14 | -2.18 | |

5 讨论

5.1 内标参照物的选择

据相关文献报道,葫芦巴苷 II、夏佛托苷、异夏佛托苷具有较强的抗菌、保肝等作用,在白背叶药材中含量也较高,适用于作为白背叶质量控制的评价指标。目前,葫芦巴苷 II 比其他黄酮碳苷成分较易于分离获得,其在 HPLC 分析中相对较为稳定,故选择葫芦巴苷 II 作为内标参照物,建立 QAMS 含量测定方法。

5.2 仪器与色谱柱对测定结果的影响

通过考察 2 种高效液相色谱系统和 3 种不同品牌色谱柱对待测成分相对校正因子和相对保留时间的影响,结果显示待测成分的相对校正因子具有良好的重现性,其色谱峰相对保留时间的波动相对较小,可以用于定位待测组分色谱峰。

5.3 QAMS 法与 ESM 测定结果的比较

本研究将 QAMS 应用于白背叶药材中黄酮碳苷成分质量评价,采用 ESM 和 QAMS 法得到的含量值之间无显著性差异。从含量测定结果来看,6 批不同来源白背叶中 3 个黄酮碳苷类成分的含量具有一定的差异,可能受产地和采收期影响所致,但并不影响 QAMS 测定结果,说明 QAMS 用于白背叶药材质量评

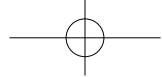
价是可行的。

5.4 小结

QAMS 法应用于多成分含量测定,具有简便、准确、节约成本等特点,适合中药材及其制剂中多成分特别是同类型成分的质量评价。

参考文献

- [1] 范成杰. 一测多评法在中药质量评价和控制中的应用概况[J]. 中药与临床, 2013, 4(2): 18
FAN CJ. Application situation of multi-components quantitation by one marker new method for quality evaluation and control of Chinese herbal medicine[J]. Pharm Clin Chin Mater Med, 2013, 4(2): 18
- [2] 杨海玲, 吴丽丹, 覃德杰, 等. 一测多评法同时测定广西姜黄饮片中 3 种姜黄素类成分含量[J]. 药物分析杂志, 2016, 36(9): 1571
YANG HL, WU LD, QIN DJ, et al. Simultaneous determination of ingredients in three kinds of curcum in Rhizoma Curcumae Longae from Guangxi province by QAMS[J]. Chin J Pharm Anal, 2016, 36(9): 1571
- [3] 王晓燕, 霍甜甜, 李振国. 一测多评法同时测定杞菊地黄口服液 4 种有效成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2017, 37(2): 290
WANG XY, HUO TT, LI ZG. Simultaneous determination of 4 active components in Qiju Dihuang oral liquid by QAMS method[J]. Chin J Pharm Anal, 2017, 37(2): 290



- [4] 钱正明, 孙敏甜, 艾中, 等. 一测多评法测定冬虫夏草中 3 种核苷的含量 [J]. 中国药理学杂志, 2015, 50(15): 1297
QIAN ZM, SUN MT, AI Z, *et al.* Simultaneous determination of three nucleosides in *Cordyceps sinensis* by QAMS [J]. *Chin Pharm J*, 2015, 50(15): 1297
- [5] 王智民, 钱忠直, 张启伟. 一测多评法建立的技术指南 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(6): 657
WANG ZM, QIAN ZZ, ZHANG QW. The guidelines for establishment of QAMS [J]. *China J Chin Mater Med*, 2011, 36(6): 657
- [6] 万青, 涂楚月, 熊慧, 等. 一测多评法测定藏药金腰草中 4 种黄酮类化学成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2016, 36(6): 1053
WAN Q, TU CY, XIONG H, *et al.* Determination of four flavones in *Chrysosplenium nudicaule* Bunge by QAMS method [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2016, 36(6): 1053
- [7] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第 44 卷. 第二分册 [M]. 2005: 36
Chinese Academy of Sciences, China Flora Editorial Board. *Flora of China*. Vol 44. Book Two [M]. 2005: 36
- [8] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草. 第四卷 [M]. 1999: 827
The State administration of Traditional Chinese Medicine "Chinese Materia Medica" Editorial Board. *Chinese Materia Medica*. Vol 4 [M]. 1999: 827
- [9] 谢巍, 杨立佼, 周伟娥, 等. HPLC 法测定白背叶中 3 个黄酮碳苷类成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2015, 35(7): 1205
XIE W, YANG LJ, ZHOU WE, *et al.* HPLC method for simultaneous determination of three flavonoids in *Mallotus apelta* [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2015, 35(7): 1205
- [10] 龚金炎, 吴晓琴, 张英. 碳苷黄酮及其药理活性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(3): 525
GONG JY, WU XQ, ZHANG Y. Advanced research of flavonoid C-glycosides and their pharmacological effects [J]. *Nat Prod Res Dev*, 2010, 22(3): 525
- [11] 王智民, 高慧敏, 付雪涛, 等. 一测多评法中药质量评价模式方法学研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(23): 1925
WANG ZM, GAO HM, FU XT, *et al.* Multi-components quantitation by one marker new method for quality evaluation of Chinese herbal medicine [J]. *China J Chin Mater Med*, 2006, 31(23): 1925

(本文于 2017 年 6 月 9 日收到)