

号 3 份,按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,在上述色谱条件下进行含量测定,按外标法计算盐酸小檗碱、芍药苷及大黄素的质量浓度,结果见表 2。

表 2 止痒洗剂样品测定结果( $n=3$ )

Table 2 Results of determination of Zhiyang Lotion

| 样品批号     | 盐酸小檗碱/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ | RSD/% | 芍药苷/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ | RSD/% | 大黄素/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ | RSD/% |
|----------|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| 20130721 | 0.2938                                | 0.36  | 2.6344                              | 0.76  | 0.0832                              | 1.55  |
| 20130725 | 0.2953                                | 0.28  | 2.6319                              | 1.19  | 0.0801                              | 1.04  |
| 20130801 | 0.2971                                | 0.98  | 2.6397                              | 0.43  | 0.0796                              | 2.01  |

### 3 讨论

实验中以甲醇-水系统、乙腈-水系统和甲醇-磷酸水溶液系统为流动相,采用等度洗脱,结果各组分不能完全分离。采用梯度洗脱,以甲醇-水系统、乙腈-水系统为流动相时,各色谱峰拖尾严重,而以甲醇-磷酸水溶液系统做流动相后,各色谱峰峰形良好且能良好的分离,最终选用甲醇-0.1%磷酸水溶液为本实验的流动相。

实验中提取溶剂比较了 50%甲醇、75%甲醇、100%甲醇对止痒洗剂 3 种成分的提取率,发现 100%甲醇的提取效果较好,因此选择以甲醇提取。同时比较了超声提取 10, 20, 30 min,结果在各提取时间下,被测成分的提取量基本相等,因此选择提取时间为 10 min。

本实验采用的超高效液相色谱法(UPLC)是在传统高效液相色谱的基础上建立的一种新的色谱分析方法,使用了粒径低于 2  $\mu\text{m}$  的颗粒作为填料以达到增加柱效的目的。与普通的高效液相比较,具有更高

的分离速度、更好的分离度以及更高的灵敏度,尤其适用于中药复方多指标成分的定量检测<sup>[10-11]</sup>。方法学考察结果表明,该分析方法准确、稳定、重复性好、灵敏度高,适用于止痒洗剂的质量控制。

### 参考文献:

- [1] 吴崑崙,尹长恒. 丁氏止痒洗剂治疗肛门湿疹疗效观察[J]. 承德医学院学报, 2003, 20(4): 318-320.
- [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, 2010: 286.
- [3] 丁南南,童珊珊,丁丽霞,等. 小檗碱的分析方法及药理作用研究进展[J]. 药物分析杂志, 2012, 32(7): 1296-1230.
- [4] 郑洪艳,徐为人. 小檗碱药理作用研究进展[J]. 中草药, 2004, 35(6): 708-711.
- [5] 张冠英,董瑞娟,廉莲. 川黄柏、关黄柏的化学成分及药理活性研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2012, 29(10): 812-820.
- [6] 梁园园,于天浩,陈萍,等. 黄柏的药理活性及在化妆品中的应用[J]. 辽宁中医药大学学报, 2013, 15(1): 149-151.
- [7] 师永清,康淑荷,王爱军. HPLC 法同时测定黄连双清丸中栀子苷、芍药苷、黄芩苷、盐酸小檗碱和大黄素的含量[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(9): 1612-1616.
- [8] 唐洪梅,廖小红,何嘉伦. HPLC 法测定肠激安制剂中芍药苷、盐酸巴马汀和盐酸小檗碱[J]. 中成药, 2012, 34(5): 853-857.
- [9] 张振凌,冯晨楠,贾利利. HPLC 同时测定黄连阿胶汤合煎液中芍药苷、黄芩苷、小檗碱的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(5): 75-77.
- [10] 吴剑威,赵润怀,陈波,等. 超高效液相色谱在中药领域的应用[J]. 中草药, 2009, 40: 79-81.
- [11] 陈佳,王钢力,姚令文,等. 超高效液相色谱(UPLC)在药物分析领域中的应用[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(11): 1976-1981.

(编辑: 邓响潮)

## HPLC-ECD 法同时测定青天葵中鼠李柠檬素、鼠李秦素的含量

王振华<sup>1</sup>, 马国辉<sup>1</sup>, 田 军<sup>2</sup>, 曾令清<sup>2</sup>, 孙丽娜<sup>1</sup>, 窦晓蓉<sup>1</sup>, 杜 勤<sup>1</sup> (1. 广州中医药大学, 广东 广州 510006; 2. 广州中医药大学科技产业园有限公司, 广东 广州 510445)

**摘要:** **目的** 采用高效液相-库仑阵列电化学法(HPLC-ECD)同时测定青天葵中鼠李柠檬素和鼠李秦素含量,并对不同培养方法及不同生长阶段的青天葵进行测定分析。**方法** 采用 Agilent HC-C<sub>18</sub> 色谱柱(150 mm×4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ),以甲醇:乙腈(体积比 2:1)混合后加 5% 20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(A)-20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 水溶液,用 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 调 pH 至 2.50(B)为流动相, A:B=48:52 等度洗脱,流速:1 mL·min<sup>-1</sup>,进样量 15  $\mu\text{L}$ ,柱温:

收稿日期: 2014-07-31

作者简介:王振华,男,副教授,硕士研究生导师,研究方向:药物新剂型与新技术。Email: wzh@gzucm.edu.cn。通讯作者:杜勤,教授,硕士研究生导师,研究方向:药用植物开发利用。Email: duqin@gzucm.edu.cn。

基金项目:中柬第三方检测平台建设项目-2012 年广州市白云区国际科技合作计划项目(2012-KQ-23)。

35 ℃, 检测电压: 50, 150 mV。结果 鼠李柠檬素和鼠李秦素的线性范围分别为 0.2 ~ 50.1  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $r=0.9999$ ) 和 0.15 ~ 36.4  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  ( $r=0.9999$ ), 平均回收率( $n=9$ )分别为 97.98 % (RSD=1.50 %) 和 97.64 % (RSD=2.49 %)。

结论 HPLC-ECD 法测定青天葵中鼠李柠檬素、鼠李秦素操作简便、准确, 灵敏度高, 不同培养阶段药材含有的鼠李柠檬素、鼠李秦素的含量有一定差异, 可为青天葵质量标准制定及提高提供依据。

关键词: 青天葵; 鼠李柠檬素; 鼠李秦素; 高效液相-库仑阵列电化学法

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-9783(2014)06-0733-04

doi: 10.3969/j.issn.1003-9783.2014.06.021

## Simultaneous Determination of Rhamnocitrin and Rhamnazin in Folium Nerviliae Fordii by HPLC-ECD

WANG Zhenhua<sup>1</sup>, MA Guohui<sup>1</sup>, TIAN Jun<sup>2</sup>, ZENG Lingqing<sup>2</sup>, SUN Lina<sup>1</sup>, DOU Xiaorong<sup>1</sup>, DU Qin<sup>1</sup>(1. Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006 Guangdong, China; 2. Science and Technology Park Co., Ltd, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510445, China)

**Abstract: Objective** To establish a method for simultaneous determination of rhamnocitrin and rhamnazin in Folium Nerviliae Fordii(FNF) with high performance liquid chromatography-electrochemical detection (HPLC-ECD), and to assay FNF cultivated with different methods and FNF at different growth stages. **Methods** The analytical method was carried out on an Agilent HC-C<sub>18</sub> column(150 mm × 4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) with a mobile phase of methanol-acetonitrile (volume ratio being 2 : 1) mixed with 5 % of 20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (A)-20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> aqueous solution with pH being 2.50 adjusted by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>(B), The ratio A to B was 48 : 52(A : B), flow rate was 1.0 ml·min<sup>-1</sup>. The detection voltage was set at 50, 150 mV, column temperature was 35 ℃, and the injection volume was 15  $\mu\text{L}$ .

**Results** The calibration curves were linear within the range of 0.2~50.1  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  for rhamnocitrin ( $r=0.9999$ ) and 0.15~36.4  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  for rhamnazin( $r=0.9999$ ). The average recoveries( $n=9$ ) were 97.98 % for rhamnocitrin(RSD=1.50 %) and 97.64 % for rhamnazin(RSD=2.49 %). **Conclusion** The contents of rhamnocitrin and rhamnazin in FNF vary in different growth stages. Electrochemical detection is convenient, accurate and sensitive, and it can be used for the upgrading of quality standard of FNF.

**Keywords:** Folium Nerviliae Fordii; Rhamnocitrin; Rhamnazin; High performance liquid chromatography-electrochemical detection

青天葵为兰科芋兰属植物毛唇芋兰 *Nervilia fordii*(Hance) Schltr.的叶或带球茎的叶, 具有清热解毒、散结消癆等功效<sup>[1]</sup>。目前对青天葵的化学成分研究中, 已分离鉴定出黄酮类、三萜类、甾体、皂苷类、有机酸、氨基酸等成分<sup>[2-4]</sup>。现代药理研究表明<sup>[5-7]</sup>, 青天葵中黄酮类成分鼠李柠檬素具有抗肿瘤作用, 鼠李秦素具有抗氧化活性, 为青天葵主要活性成分, 鼠李柠檬素、鼠李秦素的含量测定方法仅有 HPLC-UV 法。HPLC-ECD 法常用于检测具有氧化还原性质的化合物, 其优点为灵敏度高、重复性好、操作简便等<sup>[8]</sup>。本实验建立了高效液相-库仑阵列电化学法(HPLC-ECD)测定青天葵组织培养不同阶段的培养物、试管苗、再生苗中鼠李柠檬素和鼠李秦素含量的方法, 并与青天葵药材进行比较, 为组织培养人工种植途径实现青天葵资源的可持续利用提供依据。

## 1 仪器与试药

Model 5600ACoulArray 型库仑阵列电化学检测器, 美国 ESA 公司; Model 582 Solvent Delivery Module、Model 542 自动进样器, 美国 ESA 公司; Dionex TCC-100 柱温箱, 美国戴安公司; Waters 2996 二极管阵列检测器, 美国 Waters 公司; pHs-3C 型精密 pH 计, 上海雷磁仪器厂; startorius BP211D 电子天平, 北京赛多利斯仪器系统有限公司。

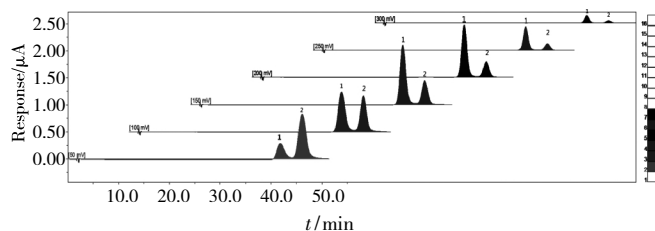
鼠李柠檬素(Rhamnocitrin)和鼠李秦素(Rhamnazin)对照品, 自制, 经紫外吸收光谱(UV)、红外吸收光谱(IR)、质谱(MS)、核磁共振谱(NMR)确证结构, 经高效液相色谱(HPLC)法检测纯度在 98% 以上, 可用于含量测定。甲醇(Dikma)、乙腈(JHD), 色谱纯; 水为超纯水, 其他试剂均为分析纯。

广西河池青天葵全草于 2005 年采自广西河池市天峨县; 其他产地青天葵全草均于 2005 年购自广州

清平市场;栽培青天葵采自广州中医药大学药圃。以上材料经广州中医药大学药用植物教研室杜勤教授鉴定为兰科芋兰属植物毛唇芋兰 *Nervilia fordii*(Hance) Schltr. 将采自广州中医药大学药圃中的青天葵球茎洗净泥沙,依照文献<sup>[9]</sup>方法制备,分别收集培养基内与移栽至腐殖土内的植株叶片干燥后备用。

## 2 方法与结果

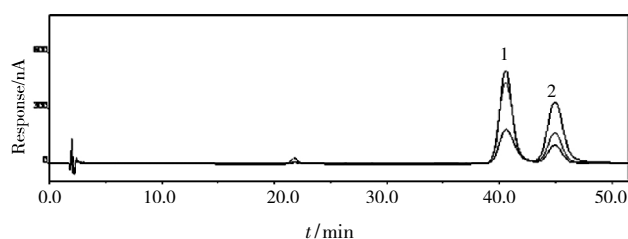
**2.1 色谱条件** Agilent HC-C<sub>18</sub> 色谱柱 (150 mm × 4.6 mm, 5 μm); 流动相 A 为甲醇:乙腈(体积比 2:1)混合后加 5% 20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 流动相 B: 20 mmol·L<sup>-1</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 水溶液,用 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 调 pH 至 2.50, 体积比为 A:B=48:52。检测电压:0~300 mV,以 50 mV 步进;柱温:35℃;流速:1 mL·min<sup>-1</sup>,进样量 15 μL。在上述色谱条件下鼠李柠檬素和鼠李秦素的最高响应值电压分别为 150 mV、50 mV,分离度均大于 1.5,理论塔板数均大于 5000,色谱图见图 1;青天葵样品溶液见图 2,根据鼠李柠檬素和鼠李秦素的最高响应值确定其检测电压分别为 150 mV、50 mV。



1. 鼠李柠檬素; 2. 鼠李秦素

图 1 鼠李柠檬素、鼠李秦素对照品在不同电压下的响应图

Figure 1 Rhamnocitrin and rhamnazin response figure at different voltages



1. 鼠李柠檬素(rhamnocitrin); 2. 鼠李秦素(rhamnazin)

图 2 样品 HPLC 色谱图

Figure 2 HPLC chromatogram of the sample

**2.2 对照品溶液制备** 分别精密称取鼠李柠檬素、鼠李秦素对照品适量,加甲醇溶解并制成质量浓度分别为 50.1 μg·mL<sup>-1</sup> 和 36.4 μg·mL<sup>-1</sup>, 作为对照品储备液。

**2.3 供试品溶液制备** 取青天葵药材适量,粉碎过 60 目筛,精密称取 0.5 g,加入甲醇 50 mL,精密称定,加热回流提取 40 min,放冷后用甲醇补足减失的质

量,摇匀,经微孔滤膜(0.22 μm)过滤,取续滤液,即得供试品溶液。

**2.4 线性关系考察** 将鼠李柠檬素对照品溶液稀释至 50.10, 25.05, 5.01, 2.00, 0.40, 0.20 μg·mL<sup>-1</sup>, 将鼠李秦素对照品溶液稀释至 36.40, 18.20, 3.64, 1.46, 0.29, 0.15 μg·mL<sup>-1</sup>, 按 2.1 项下方法进样。以鼠李柠檬素对照品在 150 mV 电压下的峰面积为纵坐标,以其浓度为横坐标进行线性回归,回归方程为:  $Y=1876.8X-0.3818$ ,  $r=0.9999$ 。实验结果表明鼠李柠檬素在 0.2~50.1 μg·mL<sup>-1</sup> 范围内有良好线性关系,以信噪比(S/N)5:1 时求得最低检测限为 20.0 ng·mL<sup>-1</sup>。

以鼠李秦素对照品在 50 mV 电压下的峰面积为纵坐标,以其浓度为横坐标进行线性回归,回归方程为:  $Y=2804.4X+0.2507$ ,  $r=0.9999$ 。实验结果表明鼠李秦素在 0.15~36.4 μg·mL<sup>-1</sup> 范围内有良好线性关系,以信噪比(S/N)5:1 时求得最低检测限为 14.6 ng·mL<sup>-1</sup>。

**2.5 精密度试验** 分别取混合对照品低浓度(鼠李柠檬素: 0.40 μg·mL<sup>-1</sup>, 鼠李秦素: 0.29 μg·mL<sup>-1</sup>)、中浓度(鼠李柠檬素: 25.05 μg·mL<sup>-1</sup>, 鼠李秦素: 18.20 μg·mL<sup>-1</sup>)、高浓度(鼠李柠檬素: 50.10 μg·mL<sup>-1</sup>, 鼠李秦素: 36.40 μg·mL<sup>-1</sup>)溶液,重复进样 5 次,测得鼠李柠檬素和鼠李秦素峰面积的 RSD 分别为 0.31% 和 0.74%,表明仪器精密度良好。

**2.6 稳定性试验** 取同一供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件,分别于 0, 6, 24, 48, 72 h 进行测定,得鼠李柠檬素、鼠李秦素峰面积的 RSD( $n=5$ )分别为 0.40%、0.57%,表明供试品溶液在 72 h 之内稳定。

**2.7 重复性试验** 取同批青天葵药材苗样品 6 份,分别按 2.3 项下方法制备供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件,测定供试品中鼠李柠檬素和鼠李秦素的峰面积并计算含量,结果鼠李柠檬素、鼠李秦素的平均含量( $n=6$ )分别为 2.62, 0.26 mg·g<sup>-1</sup>, RSD 分别为 1.5%、2.5%。

**2.8 加样回收率试验** 取 2.7 项下已测含量(鼠李柠檬素为 2.62 mg·g<sup>-1</sup>、鼠李秦素为 0.26 mg·g<sup>-1</sup>)的青天葵样品 9 份,每份约 0.95 g,按样品中已知鼠李柠檬素和鼠李秦素量的 80%, 100%, 120% 精密加入鼠李柠檬素和鼠李秦素对照品,按 2.3 项下的方法处理后进样测定,计算平均加样回收率。结果见表 1、表 2。

**2.9 样品含量测定** 按 2.3 项下方法制备供试品溶液,并按 2.1 项下的色谱条件进行测定,计算鼠李柠檬素

表 1 鼠李柠檬素加样回收率试验结果

| Table 1 Average recovery results of rhamnocitrin |         |         |        |          |            |       |
|--------------------------------------------------|---------|---------|--------|----------|------------|-------|
| 样品量 /mg                                          | 加入量 /mg | 测得量 /mg | 回收率 /% | 回收率均值 /% | 平均加样回收率 /% | RSD/% |
| 2.4982                                           | 2.0980  | 4.5512  | 98.20  |          |            |       |
| 2.5011                                           | 2.0980  | 4.5840  | 99.40  | 99.33    |            |       |
| 2.4953                                           | 2.0980  | 4.6033  | 100.40 |          |            |       |
| 2.5828                                           | 2.6220  | 5.1640  | 98.42  |          |            |       |
| 2.5003                                           | 2.6220  | 5.0603  | 97.52  | 98.19    | 97.98      | 1.50  |
| 2.4966                                           | 2.6220  | 5.0841  | 98.62  |          |            |       |
| 2.4990                                           | 3.1470  | 5.5335  | 95.50  |          |            |       |
| 2.5050                                           | 3.1470  | 5.5580  | 96.25  | 96.42    |            |       |
| 2.5018                                           | 3.1470  | 5.5863  | 97.50  |          |            |       |

表 2 鼠李秦素加样回收率试验结果

| Table 2 Average recovery results of rhamnazin |         |         |        |          |            |       |
|-----------------------------------------------|---------|---------|--------|----------|------------|-------|
| 样品量 /mg                                       | 加入量 /mg | 测得量 /mg | 回收率 /% | 回收率均值 /% | 平均加样回收率 /% | RSD/% |
| 0.2479                                        | 0.2112  | 0.4489  | 95.89  |          |            |       |
| 0.2482                                        | 0.2112  | 0.4560  | 98.63  | 96.35    |            |       |
| 0.2476                                        | 0.2112  | 0.4453  | 94.55  |          |            |       |
| 0.2563                                        | 0.2640  | 0.5221  | 100.70 |          |            |       |
| 0.2481                                        | 0.2640  | 0.5104  | 99.31  | 100.45   | 97.64      | 2.49  |
| 0.2478                                        | 0.2640  | 0.5151  | 101.33 |          |            |       |
| 0.2480                                        | 0.3168  | 0.5554  | 96.21  |          |            |       |
| 0.2486                                        | 0.3168  | 0.5545  | 95.62  | 96.12    |            |       |
| 0.2483                                        | 0.3168  | 0.5565  | 96.54  |          |            |       |

和鼠李秦素的含量。见表 3。由表 3 知，青天葵原药材苗、各产地青天葵药材和栽培试管苗均检测出鼠李柠檬素和鼠李秦素，但根状茎中两种黄酮均未检测到。

表 3 不同样品中鼠李柠檬素、鼠李秦素的含量(mg·g<sup>-1</sup>)

| Table 3 Content of rhamnocitrin and rhamnazin in different samples |       |      |         |       |      |
|--------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|-------|------|
| 样品来源                                                               | 鼠李柠檬素 | 鼠李秦素 | 样品来源    | 鼠李柠檬素 | 鼠李秦素 |
| 广西河池                                                               | 2.62  | 0.26 | 栽种于腐殖土中 |       |      |
| 广东中叶                                                               | 0.96  | 0.73 | 的试管苗    | 0.13  | 2.75 |
| 广西小叶                                                               | 4.47  | 2.30 | 试管苗     | 0.06  | 3.20 |
| 广西中叶                                                               | 1.19  | 1.54 |         |       |      |
| 广西大叶                                                               | 4.91  | 4.31 | 诱导分化阶段  | —     | —    |
| 海南大叶                                                               | 0.37  | 0.70 | 根状茎     |       |      |
| 广西毛叶                                                               | 0.03  | 0.04 | 增殖阶段根状茎 | —     | —    |
| 广东毛叶                                                               | 0.07  | 0.01 |         |       |      |

注：“—”表示不在线性范围，未检测出该成分。

3 讨论

本实验建立 HPLC-ECD 法同时测定青天葵中鼠李柠檬素、鼠李秦素含量的方法操作简便，无干扰，灵敏度高，重复性好。测得鼠李柠檬素和鼠李秦素的线性范围分别为：0.2~50.1 μg·mL<sup>-1</sup>、0.15~36.4

μg·mL<sup>-1</sup>，鼠李柠檬素以信噪比(S/N)5：1 时求得最低检测限为 20.0 ng·mL<sup>-1</sup>，鼠李秦素以信噪比(S/N)5：1 时求得最低检测限为 14.6 ng·mL<sup>-1</sup>；同时结合本课题组前期研究<sup>[10-11]</sup>，发现 HPLC-ECD 法在多酚化合物含量测定具有较高灵敏度。库仑阵列电化学检测器具有多个通道，可根据被测物的最大响应值选择适当的检测电压，在控制不具有明显 UV 吸收药品的组分和有关物质方面，有独到的优势。

各产地青天葵药材、原药材苗中鼠李柠檬素与鼠李秦素含量有较大的差异，说明不同生长环境对鼠李柠檬素与鼠李秦素的积累有较大影响。比较青天葵不同培养阶段的组培物中鼠李柠檬素与鼠李秦素的含量，增殖与诱导分化阶段的组培根状茎中均未检测到鼠李柠檬素与鼠李秦素成分的存在，在组培苗中才检测到两成分，说明是在分化形成叶片后才开始两成分的积累。利用组织培养方法可以基本保留原药材中有效成分，为系统研究青天葵组培苗能否代替野生苗药用打下基础。同时，今后可通过优化培养基、筛选移栽土壤结构来提高组培苗中有效成分的含量。

参考文献：

[1] 江苏新医学院. 中药大辞典(5 册)[M]. 上海：上海科技出版社，1993：1231.

[2] 黄红兵，朱品业，何丽青，等. 青天葵的薄层色谱鉴别与总氨基酸含量测定[J]. 中国野生植物资源，2000，18(4)：40.

[3] 甄汉深，周燕园，袁叶飞，等. 青天葵醋酸乙酯部位化学成分的研究[J]. 中药材，2007，30(8)：942.

[4] 甄汉深，莫缓恒，周燕园，等. 青天葵化学成分定性鉴别的试验研究[J]. 广西中医学院学报，2007，10(1)：53.

[5] 甄汉深，周燕园，袁叶飞，等. 青天葵中黄酮类化合物的体外抗肿瘤实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志，2008，14(3)：36.

[6] Lee In-Kyoung, Yun Bong-Sik, Kim Jong-Pyung, et al. Antioxidative compounds isolated from the stem bark of Eucalyptus globulus[J]. Saengyak Hakhoechi(Korean), 1998, 29(3)：163.

[7] Yun Bong-Sik, Lee In-Kyoung, Kim Jong-Pyung, et al. Lipid peroxidation inhibitory activity of some constituents isolated from the stembark of Eucalyptus globules [J]. Arch Pharmacol Res (Eng), 2000, 23(2)：147.

[8] 金祖亮. 用于高效液相色谱的电化学检测器[J]. 色谱，1986，4(4)：214.

[9] 杜勤，陈文利，王振华，等. 青天葵组织培养及植株再生的研究[J]. 中国中药杂志，2005，30(11)：812.

[10] 王振华，孙琳，魏智强，等. 库仑电化学法测定葛根中葛根素的方法学研究[J]. 中药新药与临床药理，2009，20(2)：140.

[11] 王振华，孔秋玲，田军，等. 高效液相-库仑阵列电化学法测定对乙酰氨基酚唾药浓度[J]. 药物分析杂志，2010，30(10)：1932.

(编辑：邓响潮)