

## 毛冬青根中 4 个绿原酸类及 4 个皂苷类成分的含量测定

刘子琛<sup>1</sup>, 冼绍祥<sup>2\*</sup>, 王陵军<sup>2</sup>

(1. 深圳大学医学部, 深圳 518067;

2. 广州中医药大学第一附属医院, 广州市慢性心力衰竭中医药防治重点实验室, 广州 510405)

**摘要 目的:** 建立 HPLC 法同时测定毛冬青根中绿原酸, 异绿原酸 A、B、C, 毛冬青皂苷 A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>, 冬青素 A 共 8 个成分含量。**方法:** 采用 Inertsil ODS-4 C<sub>18</sub> 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 以乙腈为流动相 A, 0.1% 磷酸水溶液为流动相 B, 梯度洗脱, 流速为 1 mL · min<sup>-1</sup>, 检测波长 327 nm (绿原酸类成分)、210 nm (皂苷类成分)。**结果:** 在上述条件下, 绿原酸, 异绿原酸 B、A、C, 毛冬青皂苷 B<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>, 冬青素 A 的质量浓度分别在 1.25~12.5、2.96~29.6、3~30、3.45~34.5、13.05~130.5、32.4~324、16.95~169.5、72.8~728 μg · mL<sup>-1</sup> 范围内与峰面积呈良好的线性关系, 平均加样回收率 (n=9) 均高于 95%, RSD 均小于 3.0%。3 批样品中上述 8 个成分测定结果分别为 0.13~0.15、0.23~0.27、0.31~0.37、0.27~0.28、1.24~1.65、2.42~2.86、2.18~2.81、8.29~10.44 mg · g<sup>-1</sup>。**结论:** 该方法适用于同时测定毛冬青根中 8 个成分的含量。

**关键词:** 毛冬青; 绿原酸; 异绿原酸; 毛冬青皂苷; 冬青素 A; 绿原酸类化合物; 皂苷类化合物; 含量测定

中图分类号: R 917      文献标识码: A      文章编号: 0254-1793 (2017) 10-1865-06

doi: 10.16155/j.0254-1793.2017.10.18

## Simultaneous determination of four chlorogenic acids and four triterpene saponins in *Radix Ilicis Pubescentis* by HPLC

LIU Zi-chen<sup>1</sup>, XIAN Shao-xiang<sup>2\*</sup>, WANG Ling-jun<sup>2</sup>

(1. Shenzhen University Health Science Center, Shenzhen 518067, China; 2. The First Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou Key Laboratory of Chinese Medicine Prevention and Treatment of Chronic Heart Failure, Guangzhou 510405, China)

**Abstract Objective:** To establish an HPLC method for simultaneous determination of chlorogenic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid C, ilexaponin A<sub>1</sub>, ilexaponin B<sub>1</sub>, ilexaponin B<sub>2</sub> and ilexgenin A in the roots of *Ilex pubescens*. **Methods:** HPLC separation was carried on an Inertsil ODS-4 C<sub>18</sub> column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) with the mobile phase consisting of acetonitrile as mobile phase A and

\* 通信作者 Tel: (020) 36591692; E-mail: shaoxiangx@hotmail.com

第一作者 Tel: (0755) 86671923; E-mail: daisysg@163.com

0.1% phosphoric acid as mobile phase B in a program of gradient elution. The flow rate was  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$  and the detection wavelengths were set at 327 nm for chlorogenic acids and 210 nm for saponins. **Results:** Under the above conditions, the linear ranges of chlorogenic acid, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid C, ilex saponin B<sub>1</sub>, ilex saponin A<sub>1</sub>, ilex saponin B<sub>1</sub> and ilexgenin A were  $1.25\text{--}12.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $2.96\text{--}29.6 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $3\text{--}30 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $3.45\text{--}34.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $13.05\text{--}130.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $32.4\text{--}324 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $16.95\text{--}169.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,  $72.8\text{--}728 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , respectively. The average recoveries ( $n=9$ ) were above 95.0% with RSD values less than 3.0%. Contents of the analytes in the samples were  $0.13\text{--}0.15 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $0.23\text{--}0.27 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $0.31\text{--}0.37 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $0.27\text{--}0.28 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $1.24\text{--}1.65 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $2.42\text{--}2.86 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $2.18\text{--}2.81 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $8.29\text{--}10.44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively.

**Conclusion:** The established method was applicable in the determination of chlorogenic acids and saponins in *Radix Ilicis Pubescentis*.

**Keywords:** *Ilex pubescens*; chlorogenic acid; isochlorogenic acid; ilex saponin; ilexgenin A chlorogenic acids; saponins; assay

毛冬青药材是冬青科 (Aquifoliaceae) 冬青属植物毛冬青 (*Ilex pubescens* Hook. et Arn.) 的干燥根, 是我国南方常用中药, 具有活血通脉、消肿止痛、清热解毒等功效, 在冠心病、心绞痛和脉管炎等疾病治疗方面应用广泛<sup>[1]</sup>。毛冬青含有黄酮、香豆素、萜类、甾醇、糖、氨基酸及酚类等多种化学成分。其中三萜皂苷类被认为是毛冬青中的主要活性成分, 有关毛冬青化学成分、活性作用及含量测定等的研究大多集中在皂苷类成分。近年来, 已有文献报道了应用 HPLC-DAD<sup>[9]</sup>、HPLC-ELSD<sup>[2-3]</sup>、HPLC-MS<sup>[4-5]</sup> 等法建立毛冬青中皂苷类等成分的含量测定方法。

笔者的前期研究及文献研究发现, 毛冬青根中还含有绿原酸类活性成分, 绿原酸类成分具有抗炎<sup>[6]</sup>、抑制血管紧张素转化酶<sup>[7]</sup>、降血脂<sup>[8]</sup>等多种重要活性作用, 因此, 也可能是毛冬青药材治疗心血管疾病的重要物质基础, 但针对毛冬青药材中绿原酸类成分的含量测定尚未见报道。本文旨在建立同时测定毛冬青根中 4 个绿原酸类成分绿原酸, 异绿原酸 A、B、C, 4 个皂苷类成分毛冬青皂苷 A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>, 冬青素 A 等含量的方法, 为进一步完善毛冬青根的质量评价提供依据。

## 1 仪器与试剂

### 1.1 仪器

Shimadzu Prominence UFLC 二元高压色谱系统, 包括 LC-20AD XR 并联泵、DGU-20A<sub>3</sub> 脱气机、SIL-20AC XR 自动进样器、SPD-M20A DAD 检测器、CBM-20A 处理器、LCMS-Solution version 3.8 色谱工作站 (岛津公司); Inertsil ODS-4 C<sub>18</sub> 色谱柱 (4.6

mm × 250 mm, 5 μm; 填料: 十八烷基硅烷键合硅胶柱; 岛津公司); Shimadzu AUW120D 十万分之一分析天平 (岛津公司), HR-02 多功能粉碎机 (上海哈瑞斯电器有限公司)。

### 1.2 试剂

对照品绿原酸, 异绿原酸 A、B、C 购自成都曼斯特生物科技有限公司, 毛冬青皂苷 B<sub>1</sub> 和 B<sub>2</sub> 购自成都普菲德生物技术有限公司, 毛冬青皂苷 A<sub>1</sub>, 冬青素 A 购自上海源叶生物科技有限公司, 纯度均大于 98%。毛冬青药材购自广州至信药业有限公司, 经深圳大学贺震旦教授鉴定为冬青科植物毛冬青 *Ilex pubescens* Hook. et Arn. 的干燥根。乙腈为色谱纯, 水为超纯水, 磷酸为优级纯, 其余试剂均为分析纯。

## 2 实验方法

### 2.1 溶液的制备

**2.1.1 混合对照品储备液** 精密称定各对照品适量, 加入甲醇配制成含绿原酸  $12.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 异绿原酸 B  $29.6 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 异绿原酸 A  $30.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 异绿原酸 C  $34.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 毛冬青皂苷 B<sub>1</sub>  $169.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 毛冬青皂苷 B<sub>2</sub>  $130.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 毛冬青皂苷 A<sub>1</sub>  $324.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 冬青素 A  $728.0 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的混合溶液, 即得。

**2.1.2 供试品溶液** 精密称取毛冬青根干燥粉末 (过 80 目筛) 0.20 g, 加入 80% 甲醇水 4.00 mL, 精密称定, 室温下超声 (250 W, 40 kHz) 提取 30 min, 擦干管壁, 再次精密称量, 以 80% 甲醇水补充缺失的量并混匀, 以 0.22 μm 滤膜滤过, 取续滤液即得。

## 2.2 色谱条件

色谱柱: Inertsil ODS-4 C<sub>18</sub> (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 流动相: 0.1% 磷酸乙腈为流动相 A, 0.1% 磷酸水为流动相 B, 梯度洗脱, 洗脱程序见表 1; 流速: 1.0 mL · min<sup>-1</sup>; 检测波长: 327 nm (绿原酸, 异绿原酸 A、B、C), 210 nm (毛冬青皂苷 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>, 冬青素 A); 柱温: 30 °C; 进样量: 5 μL。在上述色谱条件下, 对照品及样品色谱图见图 1。

表 1 梯度洗脱程序

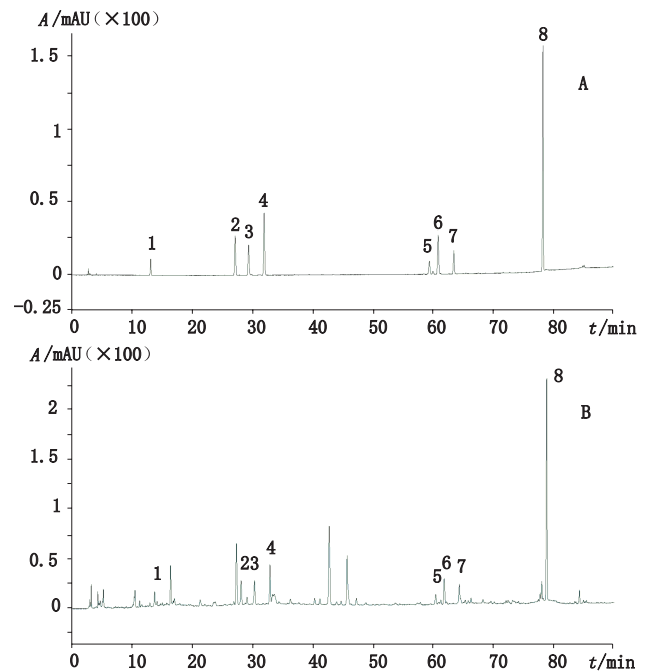
Tab. 1 Gradient elution program

时间 (time)/min	流动相比例 (ratio of mobile phase)/%	
	流动相 A (mobile phase A)	流动相 B (mobile phase B)
0	10	90
15	20	80
35	30	70
55	40	60
70	55	45
80	85	15
85	90	10

## 3 方法学考察

### 3.1 线性关系考察及检测限和定量限测定

精密吸取“2.1.1”项下混合对照品储备液 1、2、4、6、8、10 mL, 分别置于 10 mL 量瓶中, 用甲醇定容, 在“2.2”项色谱条件下进样测定。以峰面积 (Y) 为纵坐标, 进样浓度 (X) 为横坐标, 进行回归分析, 结



1. 绿原酸 (chlorogenic acid) 2. 异绿原酸 B (isochlorogenic acid B) 3. 异绿原酸 A (isochlorogenic acid A) 4. 异绿原酸 C (isochlorogenic acid C) 5. 毛冬青皂苷 B<sub>2</sub> (ilexsaonin B<sub>2</sub>) 6. 毛冬青皂苷 A<sub>1</sub> (ilexsaonin A<sub>1</sub>) 7. 毛冬青皂苷 B<sub>1</sub> (ilexsaonin B<sub>1</sub>) 8. 冬青素 A (ilexgenin A)

图 1 混合对照品 (A) 及毛冬青根样品 (B) 的 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of reference substances (A) and sample of *Radix Ilicis Pubescentis* (B)

果表明在一定的质量浓度范围内, 与相应的峰面积呈良好线性关系, 分别得到回归方程。混合对照品溶液逐级稀释, 按上述色谱条件进样测定, 定量限为 S/N=10 时化合物的相应浓度, 检测限为 S/N=3 时化合物的相应浓度。结果见表 2。

表 2 回归方程、相关系数 (r)、线性范围、检测限和定量限

Tab. 2 Regression equation, correlation coefficient (r), linear range, LOD and LOQ

化合物 (analytes)	回归方程 (regression equation)	r	线性范围 (linear range) / (μg · mL <sup>-1</sup> )	检测限 (LOD) / (μg · mL <sup>-1</sup> )	定量限 (LOQ) / (μg · mL <sup>-1</sup> )
绿原酸 (chlorogenic acid)	Y=17 961X+1 308	0.999 8	1.25~12.5	0.014	0.048
异绿原酸 B (isochlorogenic acid B)	Y=27 474X+3 441	0.999 7	2.96~29.6	0.019	0.065
异绿原酸 A (isochlorogenic acid A)	Y=23 188X-963	0.999 7	3~30	0.011	0.038
异绿原酸 C (isochlorogenic acid C)	Y=37 316X+3 952	0.999 9	3.45~34.5	0.008	0.028
毛冬青皂苷 B <sub>2</sub> (ilexsaonin B <sub>2</sub> )	Y=2 470X-32	0.999 8	13.05~130.5	0.30	1.01
毛冬青皂苷 A <sub>1</sub> (ilexsaonin A <sub>1</sub> )	Y=2 809X-4 255	0.999 9	32.4~324	0.38	1.30
毛冬青皂苷 B <sub>1</sub> (ilexsaonin B <sub>1</sub> )	Y=2 707X+2 534	0.999 8	16.95~169.5	0.57	1.95
冬青素 A (ilexgenin A)	Y=4 741X+26 505	0.999 8	72.8~728	0.17	0.58

### 3.2 精密度考察

精密吸取“2.1.1”项下混合对照品储备溶液,按照上述色谱条件,于24 h内连续进样6次,计算峰面积的RSD,结果8个待测成分峰面积的RSD( $n=6$ )在0.19%~2.0%范围内,表明仪器的精密度良好。

### 3.3 稳定性试验

取同一供试品溶液,分别于0、2、4、8、12和24 h在上述色谱条件下注入液相色谱仪,测定各待测成分的峰面积并计算RSD。结果8个待测成分峰面积的RSD( $n=6$ )在0.67%~2.4%范围内,表明供试品溶液在24 h内稳定性良好。

### 3.4 重复性试验

按“2.1.2”项下方法平行制备6份供试品溶液,

按“2.2”项下色谱条件进样分析,测定各待测成分的峰面积并计算平均含量及RSD。结果显示样品中绿原酸,异绿原酸A、B、C,毛冬青皂苷A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>,冬青素A的平均含量分别为0.15、0.32、0.24、0.27、2.47、1.84、1.23、8.84 mg·g<sup>-1</sup>,RSD分别为2.9%、2.8%、3.3%、2.6%、3.1%、1.3%、2.3%、2.7%,表明方法重复性良好。

### 3.5 加样回收率试验

精密称取已测知含量的毛冬青根样品共9份,每份0.20 g,分别精密加入相应量的对照品,按“2.1.2”项下方法制备供试溶液,在“2.2”项色谱条件下进样,计算各待测成分的加样回收率,结果见表3。加样回收率均在92%~103%之间,RSD均小于5%,表明本文方法可靠。

表3 毛冬青根中8个成分的加样回收率测定结果( $n=3$ )

Tab. 3 Results of recovery tests of the eight analytes

化合物 (analytes)	含量 (original)/mg	加入量 (added)/mg	测定量 (observed)/mg	回收率 (recovery)/%	平均回收率 (average recovery)/%	RSD/%
绿原酸(chlorogenic acid)	0.015	0.014	0.029	100.1	97.0	1.9
		0.007	0.021	93.6		2.1
		0.021	0.035	97.3		0.85
异绿原酸B (isochlorogenic acid B)	0.025	0.024	0.049	99.4	97.5	2.0
		0.012	0.036	96.7		1.65
		0.036	0.059	96.6		1.4
异绿原酸A (isochlorogenic acid A)	0.031	0.030	0.062	101.0	96.4	2.1
		0.015	0.043	93.2		0.98
		0.045	0.072	95.1		0.69
异绿原酸C (isochlorogenic acid C)	0.027	0.027	0.054	100.5	100.3	2.2
		0.013	0.040	99.8		0.73
		0.039	0.066	100.6		1.2
毛冬青皂苷B <sub>2</sub> (ilexaponin B <sub>2</sub> )	0.123	0.124	0.251	101.7	98.8	2.7
		0.062	0.179	96.6		1.6
		0.186	0.303	98.0		2.0
毛冬青皂苷A <sub>1</sub> (ilexaponin A <sub>1</sub> )	0.247	0.253	0.504	100.8	101.2	2.6
		0.126	0.374	100.2		1.1
		0.380	0.642	102.4		1.6
毛冬青皂苷B <sub>1</sub> (ilexaponin B <sub>1</sub> )	0.184	0.218	0.383	95.4	95.4	2.0
		0.092	0.254	92.2		1.0
		0.276	0.454	98.7		2.6
冬青素A(ilexgenin A)	0.884	0.896	1.806	101.5	97.6	2.3
		0.448	1.275	95.8		0.76
		1.344	2.130	95.6		1.8

#### 4 样品含量测定

按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2”

项下色谱条件进样测定,外标法计算样品中 8 个成分的含量。结果见表 4。

表 4 3 批毛冬青药材的测定结果 (mg · g<sup>-1</sup>, n=3)

Tab. 4 Contents of the eight analytes in different *Radix Ilicis Pubescentis* samples

样品编号 (sample No.)	绿原酸 (chlorogenic acid)	异绿原酸 B (isochlorogenic acid B)	异绿原酸 A (isochlorogenic acid A)	异绿原酸 C (isochlorogenic acid C)	毛冬青皂苷 B <sub>2</sub> (ilexssaponin B <sub>2</sub> )	毛冬青皂苷 A <sub>1</sub> (ilexssaponin A <sub>1</sub> )	毛冬青皂苷 B <sub>1</sub> (ilexssaponin B <sub>1</sub> )	冬青素 A (ilexgenin A)
1	0.14	0.23	0.31	0.27	1.24	2.53	2.18	8.96
2	0.15	0.27	0.37	0.28	1.38	2.42	2.28	8.29
3	0.13	0.25	0.37	0.28	1.65	2.86	2.81	10.44

#### 5 讨论

##### 5.1 提取方式的选择

考察了加热回流法、超声提取法对毛冬青根中绿原酸类及皂苷类成分含量测定的影响,结果表明超声波提取法提取的样品成分较多,色谱图峰面积较大,峰形较好,杂质较少,故选择超声波提取法。

##### 5.2 检测波长的选择

考察了 210、254、327 nm 波长下的色谱图,发现在 327 nm 波长下测定毛冬青根中绿原酸类成分杂质干扰少,灵敏度较高,因此选择 327 nm 作为绿原酸类化合物的检测波长。而皂苷类化合物多为末端吸收,因此选择了 210 nm 作为毛冬青根中皂苷类化合物的检测波长。

##### 5.3 流动相的选择

考察了甲醇-水、乙腈-水、乙腈-磷酸水溶液等不同流动相体系,结果表明,乙腈-0.1% 磷酸水溶液梯度洗脱的色谱峰峰形好,保留时间适中,且基线平稳,可达到理想的分离效果。添加 0.1% 磷酸可以使峰形改善,减少拖尾,故采用乙腈-0.1% 磷酸水溶液作为流动相体系。

##### 5.4 小结

文献研究表明,针对毛冬青药材的含量测定研究多集中在对皂苷类成分的测定<sup>[9-11]</sup>,尚未见建立该药材中同时测定绿原酸类及皂苷类成分含量的报道。绿原酸类成分具有广泛的生物活性,如抗炎<sup>[12]</sup>、抗氧化<sup>[13]</sup>、抗自由基,并对心脑血管系统具有良好的保护作用<sup>[14,15]</sup>,是毛冬青药材治疗疾病的重要物质基础。笔者采用高效液相色谱法,同时测定毛冬青根中 4 个绿原酸类成分和 4 个皂苷类成分的含量,所测成分色谱峰分离度良好,方法简便快速,结果准确可靠,并具有重现性好、灵敏度高等特点,应用该方法可更全面

地控制毛冬青药材的质量。

#### 参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上册,上海:上海人民出版社,1977:441  
Jiangsu New Medical College. The Dictionary of Medicinal Plant[M]. Part A, Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1977:441
- [2] 李英,吕晔,林丽萍. HPLC-ELSD 法同时测定毛冬青中 3 种五环三萜的含量[J]. 中药材,2014,37(3):451  
LI Y, LÜ Y, LIN LP. Simultaneous determination of the triterpenoid saponins in the roots of *Ilex pubescens* by HPLC-ELSD[J]. J Chin Med Mater, 2014, 37(3):451
- [3] 陈新菊,利家平,袁海铭,等. 高效液相色谱-蒸发光散射检测法测定毛冬青药材中 ilexgenin A 的含量[J]. 时珍国医国药,2009,20(6):1337  
CHEN XJ, LI JP, YUAN HM, et al. Determination of ilexssaponin A in *Radix Ilicis pubescentis* by HPLC-ELSD[J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2009, 20(6):1337
- [4] 杨运云,黄深惠,冯锋,等. 加速溶剂萃取/HPLC-MS 对毛冬青药材中 ilexgenin A 与 ilexssaponin A1 含量的测定[J]. 分析测试学报,2009,28(8):966  
YANG YY, HUANG SH, FENG F, et al. Determination of ilexssaponin A in *Radix Ilicis Pubescentis* by accelerated solvent extraction followed with HPLC-MS[J]. J Instrum Anal, 2009, 28(8):966
- [5] KUANG G, ZHOU J, YAO M, et al. Systematic study on QAMS method for simultaneous determination of triterpenoid saponins in *Ilex pubescens* by HPLC and UPLC[J]. Anal Methods, 2015, 7(16):6579
- [6] 于金倩,王召平,朱姮,等. 忍冬根的化学成分及其抗炎作用[J]. 药学学报,2016,51(7):1110  
YU JQ, WANG ZP, ZHU H, et al. Chemical constituents of *Lonicera japonica* roots and their anti-inflammatory effects[J]. Acta Pharm Sin, 2016, 51(7):1110
- [7] 曹晓钢,于刚,叶小利,等. 中药提取物及活性部位抑制血管紧张素转化酶活性的研究[J]. 食品与药品,2009,11(1):20

- CAO XG, YU G, YE XL, *et al.* Research on inhibition of traditional Chinese medicine extracts and active fraction on angiotensin converting enzyme [J]. *Food Drug*, 2009, 11(1): 20
- [ 8 ] SZWED G. Effect of 1,5-dicaffeoylquinic acid on lipid content in blood serum and liver homogenate in acute and chronic alcoholic intoxication [J]. *Ann Acad Med Stetin*, 1977, 23(32): 229
- [ 9 ] ZHOU Y, LI N, ZHANG J, *et al.* Simultaneous determination of four triterpenoid saponins and two lignanoids in the roots of *Ilex pubescens* by RP-HPLC-DAD [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2014, 23(12): 866
- [ 10 ] 黄婉锋, 余彦海, 祝晨蓀. RP-HPLC 法测定毛冬青药材中毛冬青皂苷 B<sub>1</sub> 的含量 [J]. *西北药学杂志*, 2008, 23(4): 208
- HUANG WF, YU YH, ZHU CC. Determination of ilex saponin B<sub>1</sub> in *Radix Ilicis Pubescentis* by RP-HPLC [J]. *Northwest Pharm J*, 2008, 23(4): 208
- [ 11 ] 周中流, 尹文清, 傅春燕, 等. HPLC 法同时测定毛冬青药材中 2 个三萜皂苷类成分的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2011, 31(12): 2229
- ZHOU ZL, YIN WQ, FU CY, *et al.* HPLC simultaneous determination of two triterpene saponins in *Ilex pubescens* [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2011, 31(12): 2229
- [ 12 ] 宋亚玲, 王红梅, 倪付勇, 等. 金银花中酚酸类成分及其抗炎活性研究 [J]. *中草药*, 2015, 46(4): 490
- SONG YL, WANG HM, NI FY, *et al.* Study on anti-inflammatory activities of phenolic acids from *Lonicerae Japonicae Flos* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2015, 46(4): 490
- [ 13 ] 张永欣, 张启伟, 李春, 等. 忍冬叶中抗氧化化学成分研究 [J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(12): 2372
- ZHANG YX, ZHANG QW, LI C, *et al.* Study on antioxidant chemical constituents of *Lonicera japonica* leaves [J]. *China J Chin Mater Med*, 2015, 40(12): 2372
- [ 14 ] 张静, 王毓杰, 盛艳梅, 等. 灯盏细辛保护脑神经活性成分的研究 [J]. *华西药理学杂志*, 2011, 26(3): 208
- ZHANG J, WANG YJ, SHENG YM, *et al.* Study on the neuroprotection components of ethnomedicine *Erigeron breviscapus* [J]. *West China J Pharm Sci*, 2011, 26(3): 208
- [ 15 ] 李春雨, 孟宪丽, 王张, 等. 灯盏细辛药效物质基础 3,5-二咖啡酰奎宁酸对大鼠局灶性脑缺血-再灌注损伤的保护作用 [J]. *现代药物与临床*, 2011, 26(6): 473
- LI CY, MENG XL, WANG Z, *et al.* Protection of 3,5-dicaffeoylquinic acid as material basis for efficacy from *Erigerontis Herba* on focal cerebral ischemia-reperfusion injury in rats [J]. *Drugs Clin*, 2011, 26(6): 473

(本文于 2016 年 11 月 19 日收到)