

成分分析

HPLC 法测定藏药烈香杜鹃不同部位 7 个黄酮类成分的含量^{*}肖远灿^{1,2}, 胡风祖^{1,2}, 杜玉枝^{1,2}, 魏立新^{1,2**}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所 青海省藏药药理学和安全性评价研究重点实验室, 西宁 810008 ;
2. 中国科学院藏药研究重点实验室, 西宁 810008)

摘要 目的:建立 HPLC 法同时测定藏药烈香杜鹃中 7 个黄酮类成分的含量,比较不同部位中该 7 个成分含量的差异。方法:采用 Agilent Exlipse Extend C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm),以甲醇-0.05% 甲酸水溶液为流动相,梯度洗脱,流速 1.0 mL · min⁻¹,柱温 30 ℃,检测波长 254 nm。结果:7 个黄酮类成分分离良好;在相应线性范围内线性关系良好,相关系数(r)不低于 0.999 0,精密度试验的 RSD 均小于 3.0%;平均回收率为 90.1%~96.1%。不同部位中 7 个黄酮类成分的含量范围分别为 0.042~5.836、0.254~1.960、0.015~0.612、0.048~1.158、0.219~1.035、0.021~0.078、0.017~0.100 mg · g⁻¹。7 个黄酮类成分的总含量,叶 > 嫩枝 > 花 > 老枝 > 根;金丝桃苷、芦丁、槲皮素和木犀草素是烈香杜鹃中含量较高的黄酮类成分,且主要集中分布于嫩枝、叶和花中。结论:该方法简便准确,可用于烈香杜鹃中黄酮类成分的含量测定和质量评价。不同部位中黄酮类成分的分布特征,为烈香杜鹃资源的合理利用提供依据。

关键词:烈香杜鹃;不同部位;金丝桃苷;芦丁;槲皮苷;槲皮素;木犀草素;山柰酚;异鼠李素;多组分含量测定;高效液相色谱法

中图分类号:R 917 文献标识码:A 文章编号:0254-1793(2018)08-1325-06
doi:10.16155/j.0254-1793.2018.08.06

Determination of seven flavones in different parts of
Tebitan medicine *Rhododendron anthopogonoides* by HPLC^{*}XIAO Yuan-can^{1,2}, HU Feng-zu^{1,2}, DU Yu-zhi^{1,2}, WEI Li-xin^{1,2**}

(1. Qinghai Key Laboratory of Tibetan Pharmacology and Safety Evaluation, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China; 2. Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract Objective: To establish an HPLC method for the simultaneous determination of 7 flavones including hyperoside, rutin, quercitrin, quercetin, luteolin, kaempferol and isorhamnetin in Tebitan medicine *Rhododendron anthopogonoides*. And to compare the differences of the content of the above seven flavones in different parts of the plant. Methods: The HPLC method was performed on an Agilent Exlipse Extend C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) with a gradient elution of methanol and 0.05% formic acid solution. The flow rate was 1.0 mL · min⁻¹. The

* 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAI27B05);青海省重点实验室发展专项(2017-2J-Y08)

** 通信作者 Tel: (0971)6143668; E-mail: lxwei@nwipb.cas.cn

第一作者 Tel: (0971)6143765; E-mail: ycxiao@nwipb.cas.cn

column temperature was 30 and the detection wavelength was set at 254 nm. Results :Excellent chromatographic separation was achieved with good linearity($r = 0.999 0$) within the linear range of the seven flavones. RSD of the precision test was less than 3.0%. The average recoveries of the seven flavones were in the range of 90.1%-96.1%. The contents of hyperoside ,rutin ,quercitrin ,quercetin ,luteolin ,kaempferol and isorhamnetin in different parts of plant were 0.042-5.836 ,0.254-1.960 ,0.015-0.612 ,0.048-1.158 ,0.219-1.035 ,0.021-0.078 and 0.017-0.100 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,respectively. The results showed that the total content of seven flavones decreased as follows :leaves>twigs>flowers>old branches>roots. Hypericum ,rutin ,quercetin and luteolin were the major flavones in *Rhododendron anthopogonoides* ,which mainly distributed in twigs ,leaves and flowers. Conclusion :The established HPLC method is simple and accurate. It can be applied for the flavones determination and quality evaluation of *Rhododendron anthopogonoides*. The distribution feature of flavones in the plant can provide the basis for rational use of resources.

Keywords :*Rhododendron anthopogonoides* ;different parts ;hyperoside ;rutin ;quercitrin ;quercetin ;luteolin ;kaempferol ;isorhamnetin ;multicomponent determination ;HPLC

烈香杜鹃(*Rhododendron anthopogonoides* Maxim)为杜鹃花科常绿灌木,是藏药达里的一种来源植物,俗称黄花杜鹃、小叶枇杷、白香柴等,生长于海拔2 900~4 700 m 的高山地区,主要分布在青海、甘肃、四川等地^[1-2]。藏医多以烈香杜鹃的花、叶和嫩枝入药,《月王药诊》记载,“达里主治隆病、赤巴病、培根病”^[2]。现代研究表明,烈香杜鹃具有止咳平喘、祛痰、抗炎、抑菌等药理作用,治疗慢性气管炎的效果显著^[2-3]。

黄酮类成分是烈香杜鹃的有效成分之一^[4],具有较强的药理活性。近年来的天然药物化学研究表明,烈香杜鹃枝叶中含有槲皮素、异鼠李素、金丝桃苷、槲皮苷等多种黄酮类成分^[4-5];药理研究也表明,烈香杜鹃中的黄酮类成分具有明显的平喘、抗炎和抑菌等作用^[2-5]。目前,对烈香杜鹃药材的研究主要集中在其挥发油成分的分析及药理作用的研究方面^[3,6-9],对于多种黄酮类成分的分析^[11-12]及资源合理利用的研究报道较少。

烈香杜鹃作为常用藏药,近年来其用量逐渐增大,但其药材主要来源于野生,为充分利用资源,有必要对烈香杜鹃植株各部位活性成分的分布特征进行研究。本文采用高效液相色谱法,对烈香杜鹃根、老枝、嫩枝、叶和花等不同部位中7个主要黄酮类成分进行分析,说明其分布特征,为烈香杜鹃资源的充分、合理利用和质量控制研究提供参考。

1 材料

1.1 仪器

Waters 515 型高效液相色谱仪,配备515 双

泵、2996 二极管阵列检测器、梯度混合器、柱温箱、Empower 色谱工作站等。AG135 精密电子天平(Mettler Toledo 公司,瑞士),PS-60 型洁康牌超声波清洗仪(360 W,40 kHz)(东莞市洁康超声波设备有限公司),UPT-20L 型超纯水机(成都优普超纯科技有限公司)。

1.2 试药与试剂

对照品金丝桃苷(批号111521-201406)、芦丁(批号100080-200707)、槲皮素(批号100081-200406)、槲皮苷(批号111538-200403)、木犀草素(批号111520-200504)均购自中国食品药品检定研究院,供含量测定用;山柰酚(E-0013,批号12120131)和异鼠李素(E-0012,批号14073131)购自上海同田生物技术有限公司,纯度98%。甲醇(色谱纯,山东禹王化学试剂厂),水为自制超纯水(成都优普超纯科技有限公司),甲酸(色谱纯,上海安谱科学仪器有限公司)。

1.3 药材

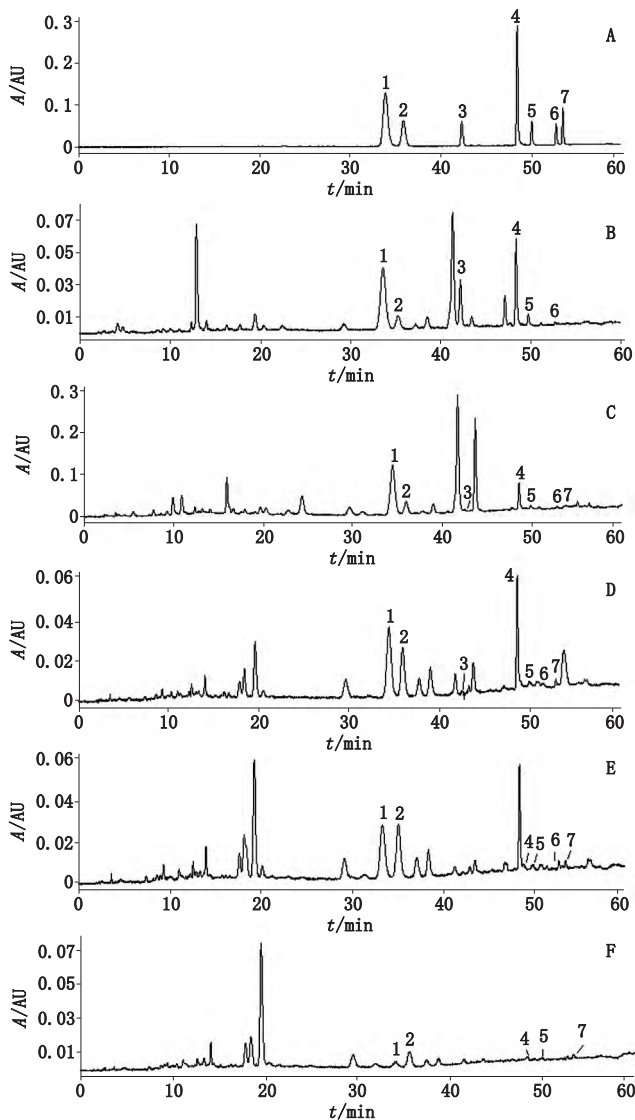
烈香杜鹃样品采自青海省大通县察汗河岸,海拔3 470 m,为盛花期的两株烈香杜鹃完整植株,由中国科学院西北高原生物研究所卢学峰研究员鉴定为烈香杜鹃(*Rhododendron anthopogonoides* Maxim)。按照根、老枝、嫩枝、叶、花等不同部位分开,切成小段,阴干,粉碎,过60目筛,备用。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Agilent Exlipse Extend C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm,5 μm);流动相:甲醇(A)和0.05% 甲酸水溶

液(B),梯度洗脱(0~10 min,10%A 32%A;10~30 min,32%A;30~38 min,32%A 42%A;38~52 min,42%A 65%A;52~57 min,65%A;57~60 min,65%A 10%A),流速 $1.0\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$;柱温 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;检测波长 254 nm ;进样量 $20\text{ }\mu\text{L}$ 。色谱图见图1。



1. 金丝桃苷(hyperoside) 2. 芦丁(rutin) 3. 槲皮苷(quercitrin)
4. 槲皮素(quercetin) 5. 木犀草素(luteolin) 6. 山柰酚(kaempferol)
7. 异鼠李素(isorhamnetin)

A. 混合对照品(mixed reference substances) B. 花(flowers) C. 叶(leaves)
D. 嫩枝(twigs) E. 老枝(old branch) F. 根(root)

图1 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms

2.2 溶液的配制

2.2.1 对照品溶液 精密称取金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素的对照品 9.15 、 9.11 、 6.60 、 9.32 、 9.05 、 7.53 、 4.51 mg ,分别用

甲醇溶解并定容至 10 mL ,摇匀,即得质量浓度分别为 0.915 、 0.911 、 0.660 、 0.932 、 0.905 、 0.753 和 $0.451\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品单标储备溶液。根据样品中7个黄酮类成分的含量,分别精密吸取上述对照品单标储备溶液 2.0 、 1.0 、 0.5 、 1.0 、 2.0 、 0.2 、 0.5 mL ,置 10 mL 量瓶中,用甲醇定容至刻度,混合均匀后,得到金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素质量浓度分别为 183.0 、 91.0 、 33.0 、 93.0 、 181.0 、 15.0 、 $22.5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取样品粉末约 1.00 g ,准确称量,置 100 mL 锥形瓶中,加入甲醇 30 mL ,称量,超声(40 kHz , 360 W) 40 min ,冷却至室温,再称量,用甲醇补足减失的量,摇匀后过滤,滤液经进样分析,确定其中7个黄酮类成分的浓度是否在标准曲线浓度范围内,对溶液浓度不在该范围的采用稀释或减压浓缩的方式适当处理,制备为浓度适宜的供试品溶液。

2.3 标准曲线、线性范围、定量下限及检出下限

取上述混合对照品溶液,采用等倍逐级稀释的方式分别稀释 2 、 4 、 8 、 16 、 32 倍,得到标准曲线系列溶液,分别进样 $20\text{ }\mu\text{L}$,在“2.1”项色谱条件下分析。以对照品溶液浓度($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)为横坐标,峰面积为纵坐标,进行线性回归,得到回归方程。以信噪比(S/N)为 3 和 10 时的浓度为检出下限(LOD)和定量下限(LOQ)结果见表1。

2.4 精密度试验

精密吸取混合对照品溶液(混合对照品溶液稀释 8 倍的溶液) $20\text{ }\mu\text{L}$,连续进样 6 次,按“2.1”项色谱条件分析,金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素7个黄酮类成分峰面积的RSD分别为 2.3% 、 1.8% 、 2.5% 、 2.8% 、 1.3% 、 1.6% 、 2.2% ,结果表明仪器精密度良好。

2.5 稳定性试验

取同一供试品(烈香杜鹃叶)溶液,分别在第 0 、 4 、 8 、 12 、 24 h 进行测定,进样 $20\text{ }\mu\text{L}$,按“2.1”项色谱条件分析,得金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素7个成分色谱峰峰面积的RSD分别为 1.9% 、 2.8% 、 1.7% 、 2.6% 、 2.0% 、 1.8% 、 2.6% 。表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.6 重复性试验

取同一供试品(烈香杜鹃叶)5份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件测定。7个黄酮类成分金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮

表 1 7 个黄酮类成分的回归方程、线性范围及相关系数

Tab. 1 Regression equation, linear ranges and related coefficient of seven flavonoids

化学成分 (constituent)	回归方程 (regression equation)	r	线性范围 (linear range)/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	检出下限 (LOD)/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	定量下限 (LQD)/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
金丝桃苷 (hyperoside)	$Y=2.684 \times 10^4 X+4.349 \times 10^4$	0.999 5	5.72~183.00	0.005	0.017
芦丁 (rutin)	$Y=2.052 \times 10^4 X+2.207 \times 10^4$	0.999 0	2.84~91.00	0.007	0.023
槲皮苷 (quercitrin)	$Y=2.866 \times 10^4 X+7.491 \times 10^3$	0.999 5	1.03~33.00	0.004	0.014
槲皮素 (quercetin)	$Y=3.795 \times 10^4 X-5.428 \times 10^4$	0.999 4	2.91~93.00	0.005	0.017
木犀草素 (luteolin)	$Y=3.550 \times 10^3 X-4.064 \times 10^3$	0.999 1	5.66~181.00	0.019	0.063
山柰酚 (kaempferol)	$Y=3.660 \times 10^4 X-5.652 \times 10^3$	0.999 4	0.47~15.00	0.004	0.014
异鼠李素 (isorhamnetin)	$Y=4.264 \times 10^4 X-6.158 \times 10^3$	0.999 0	0.70~22.50	0.003	0.011

素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素的含量 ($n=5$) 分别为 5.789、1.371、0.015、0.879 4、1.034、0.047 92、0.100 2 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 分别为 0.8%、1.3%、1.7%、0.7%、1.9%、1.1%、1.6% 表明方法的重复性良好。

2.7 加样回收试验

精密称取已知含量的 7 个黄酮类成分样品粉末

(烈香杜鹃嫩枝) 6 份, 每份约 0.5 g, 分别精确加入金丝桃苷、芦丁、槲皮苷、槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素对照品单标储备溶液 1.4、1.0、0.1、0.6、0.4、0.1、0.1 mL, 再准确加入甲醇 26.3 mL, 按照“2.2.2”项下步骤制备溶液, 在“2.1”项色谱条件下测定, 计算回收率, 结果见表 2。

表 2 7 种黄酮回收率测定结果 ($n=6$)

Tab. 2 Recoveries of seven flavonoids

成分 (constituent)	称样量 (weight)/g	含量 (content)/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	加入量 (added)/mg	测得量 (found)/mg	回收率 (recovery)/%	平均回收率 (mean recovery)/%	RSD/%
金丝桃苷 (hyperoside)	0.512	2.569	1.281	2.525	94.4	96.1	3.1
	0.496	2.569		2.487	94.7		
	0.503	2.569		2.471	92.0		
	0.507	2.569		2.539	96.5		
	0.491	2.569		2.542	100.0		
	0.501	2.569		2.554	98.9		
芦丁 (rutin)	0.512	1.960	0.911	1.915	100.0	95.7	3.7
	0.496	1.960		1.862	97.7		
	0.503	1.960		1.821	91.7		
	0.507	1.960		1.887	98.0		
	0.491	1.960		1.793	91.2		
	0.501	1.960		1.854	95.7		
槲皮苷 (quercitrin)	0.512	0.023	0.066	0.073	92.8	90.1	5.3
	0.496	0.023		0.069	87.3		
	0.503	0.023		0.073	93.1		
	0.507	0.023		0.069	86.9		
	0.491	0.023		0.075	96.5		
	0.501	0.023		0.067	84.1		
槲皮素 (quercetin)	0.512	1.158	0.559	1.121	94.5	95.4	1.6
	0.496	1.158		1.115	96.7		

表 2(续)

成分 (constituent)	称样量 (weight)/g	含量 (content)/ (mg·g ⁻¹)	加入量 (added)/mg	测得量 (found)/mg	回收率 (recovery)/%	平均回收率 (mean recovery)/%	RSD/%
木犀草素(luteolin)	0.503	1.158		1.113	94.9	93.6	2.6
	0.507	1.158		1.109	93.4		
	0.491	1.158		1.113	97.4		
	0.501	1.158		1.114	95.5		
	0.512	0.701	0.362	0.703	95.0		
	0.496	0.701		0.689	94.3		
	0.503	0.701		0.692	93.8		
	0.507	0.701		0.677	88.8		
山柰酚(kaempferol)	0.491	0.701		0.688	95.0	92.5	3.8
	0.501	0.701		0.695	95.0		
	0.512	0.078	0.075	0.108	90.8		
	0.496	0.078		0.112	97.8		
	0.503	0.078		0.106	89.0		
	0.507	0.078		0.110	93.9		
	0.491	0.078		0.105	88.9		
	0.501	0.078		0.110	94.6		
异鼠李素(isorhamnetin)	0.512	0.068	0.045	0.073	84.8	91.2	4.8
	0.496	0.068		0.076	93.9		
	0.503	0.068		0.076	92.9		
	0.507	0.068		0.074	87.8		
	0.491	0.068		0.077	96.9		
	0.501	0.068		0.075	91.0		

2.8 样品含量测定

精密称取烈香杜鹃 5 个不同部位样品各 1 g,按“2.2.2”项下步骤制备供试品溶液,按“2.1”项下色谱

条件进行测定,以外标法计算 7 个黄酮类成分的含量,结果见表 3。

表 3 烈香杜鹃 5 个部位中 7 个黄酮的含量(mg·g⁻¹)

Tab. 3 The contents of seven flavonoids in five part of Rhododendron anthopogonoides

部位 (part)	金丝桃苷 (hyperoside)	芦丁 (rutin)	槲皮苷 (quercitrin)	槲皮素 (quercetin)	木犀草素 (luteolin)	山柰酚 (kaempferol)	异鼠李素 (isorhamnetin)	总和 (total)
根(root)	0.042	0.254	—	0.048	0.219	—	0.017	0.591
老枝(old branch)	0.684	0.802	—	0.328	0.278	0.021	0.021	2.142
嫩枝(twig)	2.569	1.960	0.023	1.158	0.701	0.078	0.068	6.556
叶(leaf)	5.836	1.376	0.015	0.878	1.035	0.048	0.100	9.289
花(flower)	2.207	0.416	0.612	0.765	0.900	0.027	—	4.927

3 讨论

3.1 供试品溶液制备溶剂的选择

根据黄酮类物质的理化性质和文献^[11-12]报道,

比较了甲醇、75% 甲醇水超声对烈香杜鹃叶中金丝桃苷等 7 个黄酮类成分提取的效果,当分别采用甲醇和 75% 甲醇水超声 30 min 提取时,两者对 7 个黄酮

类成分的提取效果相似。提取时间的优化结果表明,当超声提取时间为 40 min 时提取率达到最高,随着提取时间的增加,提取液中 7 个黄酮类成分含量不再增加。所以,将烈香杜鹃中 7 个黄酮类成分分析时的溶液制备条件确定为用甲醇超声提取 40 min。

3.2 检测波长条件选择

黄酮类物质在 254 nm 和 360 nm 附近有较大吸收,根据金丝桃苷等 7 个黄酮类成分在 200~400 nm 的紫外吸收特征,以及 254 nm 处响应值高于相应成分 360 nm 处响应值的特点,确定 254 nm 作为检测波长。

3.3 不同部位 7 个黄酮成分分布特征分析

烈香杜鹃的根、老茎、嫩枝、叶和花 5 个不同部位中 7 个黄酮类成分的含量呈现出一定的规律性,7 个黄酮类成分的总含量,叶 > 嫩枝 > 花 > 老枝 > 根;金丝桃苷、芦丁、槲皮素和木犀草素是其中含量较高的成分,且主要集中分布于嫩枝、叶和花中;槲皮苷主要分布于花中,其他部位含量很低;根中 7 个黄酮含量远低于其他 4 个部位,且未检出槲皮苷;花中未检出异鼠李素;嫩枝、叶和花是 7 个黄酮类成分集中分布的部位。

藏医多以烈香杜鹃的花、叶和嫩枝入药,而《卫生部药品标准藏药(第一册)》中规定^[10]烈香杜鹃的药用部位为干燥的花和叶。从本实验的数据分析,嫩枝中黄酮类成分含量较高,7 个黄酮类成分总含量介于叶和花之间,具有较高的价值,可与叶和花一同作为药用部位。

本研究建立的高效液相色谱法测定烈香杜鹃不同部位(根、老枝、嫩枝、叶和花)中 7 个黄酮类成分,方法简单可行,重现性好,可为烈香杜鹃药材的质量控制提供参考。7 个黄酮类成分在不同部位的分布特征数据能够为充分、合理利用烈香杜鹃资源提供依据。

参考文献

- [1] 杨永昌,何廷农,卢胜莲,等.藏药志[M].西宁:青海人民出版社,1991.
YANG YC, HE TN, LU SL, et al. Tibetan Medicine [M]. Xining: The People's Press of Qinghai, 1991.
- [2] 青海省药品检验所,青海省藏医药研究所.中国藏药[M].上海:上海科学技术出版社,1996:202
Drug Testing Institute of Qinghai Province, Tibetan Medicine Institute of Qinghai Province. Tibetan Medicine of China [M]. Shanghai: Science and Technology Press of Shanghai, 1996:202
- [3] 李雪峰,金慧子,陈刚,等.藏药达里的化学成分及药理作用研究进展[J].天然产物研究与开发,2008,20(3):1125
LI XF, JIN HZ, CHEN G, et al. Study advances on chemical constituents and pharmacological activities of the Tibetan medicine Dali [J]. Nat Prod Res Dev, 2008, 20(3):1125
- [4] 戴胜军,陈若芸,于德泉.烈香杜鹃中的黄酮类成分研究[J].中国中药杂志,2004,29(1):44
DAI SJ, CHEN RY, YU DQ. Studies on the flavonoid compounds of Rhododendron anthopogonoides [J]. China J Chin Mater Med, 2004, 29(1):44
- [5] 戴胜军,于德泉.烈香杜鹃中的黄酮类化合物[J].中国中药杂志,2005,30(23):1830
DAI SJ, YU DQ. Studies on the flavonoids in stem of Rhododendron anthopogonoides [J]. China J Chin Mater Med, 2005, 30(23):1830
- [6] 李维卫,胡凤祖,师治贤.藏药材烈香杜鹃挥发油化学成分的研究[J].云南大学学报:自然科学版,2004,22(6):48
LI WW, HU FZ, SHI ZX. Study on the chemical compounds in the volatile oils of the Tibetan medicine Rhododendron anthopogonoides Maxim [J]. J Yunnan Univ: Nat Sci Ed, 2004, 22(6):48
- [7] 李淑玉,朱玉真,党月兰.4-苯基-2-丁酮的药理研究[J].药学通报,1980,15(5):199
LI SY, ZHU YZ, DANG YL. Pharmacological research on 4-phenybutanone-2 [J]. Chin Pharm Bull, 1980, 15(5):199
- [8] 杜继曾,李庆芬,刘立庆,等.烈香杜鹃油对心血管系统的药理作用[J].中国药理学报,1980,1(2):105
DU JZ, LI QF, LIU LQ, et al. Effect of volatile oils from Rhododendron anthopogonoides Maxim. on cardiovascular pharmacological activities [J]. Acta Pharmacol Sin, 1980, 1(2):105
- [9] 党月兰,李淑玉,张玉琳.4-苯基-2-丁酮对离体平滑肌的影响[J].中国药理学通报,1989,5(5):321
DANG YL, LI SY, ZHANG YL. Effect of 4-phenybutanone-2 on isolated smooth muscle [J]. Chin Pharmacol Bull, 1989, 5(5):321
- [10] 中华人民共和国卫生部药品标准(藏药):第1册[S].1995:78
Drug Standards of the Ministry of Public Health of the People's Republic of China (Tibetan Medicine): Vol 1 [S]. 1995:78
- [11] 罗兴平,杨玲霞,魏亚军.HPLC法测定烈香杜鹃不同药用部位中的4种黄酮类成分[J].中成药,2015,37(9):1977
LUO XP, YANG LX, WEI YJ. Determination of four flavones in different medical parts of Rhododendron anthopogonoides by HPLC [J]. Chin Tradit Pat Med, 2015, 37(9):1977
- [12] 李明珠,宋平顺,赵建邦.HPLC测定烈香杜鹃中6种黄酮类成分的含量及主成分分析[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(8):81
LI MZ, SONG PS, ZHAO JB. Determination of content of six flavonoids in Rhododendron anthopogonoides by HPLC and principal component analysis [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2015, 21(8):81

(本文于 2017 年 6 月 22 日收到)