

一测多评法测定牡丹皮中丹皮酚和3种单萜芍药苷类成分

丁梦锦, 邓仙梅, 孟江*, 朱琼花, 王淑美, 梁生旺
(广东药学院 中药学院, 广州 510006)

[摘要] **目的:**建立牡丹皮药材中丹皮酚和3种单萜芍药苷类成分同时测定的一测多评方法。**方法:**采用高效液相色谱法, Ultimate™ XB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 流动相乙腈-0.1% 甲酸水梯度洗脱, 检测波长 254 nm, 以丹皮酚为内标物, 建立其与芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的相对校正因子, 利用校正因子计算芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷成分的含量, 同时利用外标法计算4种成分的含量, 并比较计算值与实测值间的差异, 验证一测多评的准确性、科学性。**结果:**12批牡丹皮药材中3种单萜芍药苷类成分的含量可以用一测多评的方法进行测定, 其计算值与实测值之间无明显差异。**结论:**以丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷建立的一测多评测定含量的方法对牡丹皮药材的质量评价是准确可行的。

[关键词] 一测多评; 牡丹皮; 校正因子; 丹皮酚; 单萜芍药苷类成分

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)20-0080-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2014200080

Simultaneous Assay of Three Kinds of Monoterpene Paeoniflorin Class and Paeonol in Moutan Cortex by Quantitative Analysis of Multi-components by Single Marker

DING Meng-jin, DENG Xian-mei, MENG Jiang*, ZHU Qiong-hua, WANG Shu-mei, LIANG Sheng-wang
(Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China)

[Abstract] **Objective:** To establish a method for simultaneous assay of 3 kinds of monoterpene paeoniflorin class and paeonol in Moutan Cortex by quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS). **Method:** A HPLC method was developed as QAMS to determine paeonol, paeoniflorin, oxidation of paeoniflorin and benzoyl paeoniflorin in Moutan Cortex. Using paeonol as the internal reference substance, the relative correction factor (RCF) of the three components was determined by HPLC with good reproducibility. The contents of the four components were determined by QAMS and external standard method. **Result:** No significant differences between the quantitative results of QAMS method and external standard method were observed. **Conclusion:** It is accurate and feasible to control the quality of Moutan Cortex with QAMS of paeoniflorin, oxidation of paeoniflorin, benzoyl paeoniflorin.

[Key words] quantitative analysis of multi-components by single marker; Moutan Cortex; relative correction factor; paeonol; monoterpene paeoniflorin ingredient

牡丹皮临床常用于治疗温毒发斑、活血化瘀、经闭痛经、跌打损伤等^[1]。2010年版《中国药典》牡丹皮的定量指标仅有丹皮酚一项, 难以真正体现和保障牡丹皮的内在品质及其相关制剂的质量。而单萜

芍药苷类是牡丹皮的一大类成分, 具有多种生物活性, 对心血管、中枢神经系统免疫、以及平滑肌等方面均有肯定的药效^[2-4]。目前已有以丹皮酚、单萜芍药苷类多个成分的同时测定来用于控制牡丹皮质

[收稿日期] 20140528(016)

[第一作者] 丁梦锦, 硕士, 从事中药学研究, Tel:18818805012, E-mail:763918635@qq.com

[通讯作者] * 孟江, 博士, 教授, 从事中药学研究, Tel:020-39352169, E-mail:jiangmeng666@126.com

量的相关报道^[5],但因氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷对照品供应不足,价格昂贵,限制了同时对牡丹皮单萜芍药苷类成分在实际工作中的应用。本研究应用“一测多评”法对牡丹皮进行多指标质量控制,即以供应量大、价格较低的丹皮酚对照品为内标物,通过建立其与芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的相对校正因子进行含量计算,探讨了一测多评法在牡丹皮药材中进行丹皮酚和单萜芍药苷多指标评价的可行性。

1 材料

1.1 仪器 1120 系列高效液相色谱仪, Waters 2659 高效液相色谱仪, Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm), KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司), FA2204B 型电子天平(上海精科天美科学仪器有限公司)。

1.2 药材 牡丹皮药材为 2013 年 1 月-2013 年 6 月从安徽、河北、四川、山东等地购买的 12 批饮片。样品经广东药学院中药学院程轩轩博士讲师鉴定为毛茛科芍药属植物牡丹 *Paeonia suffruticosa* Andr. 的干燥根皮。

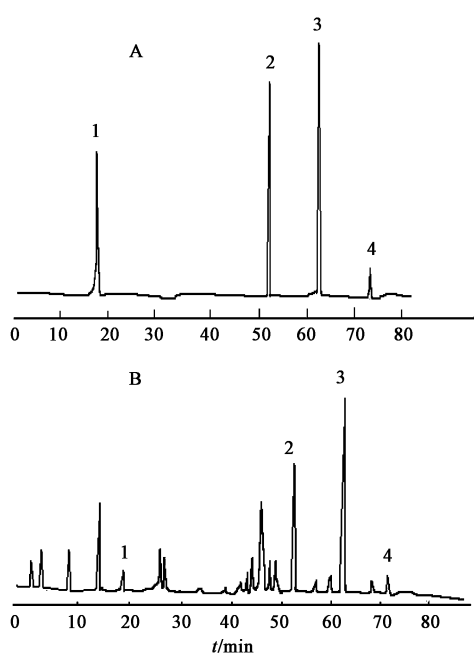
1.3 对照品与试剂 丹皮酚(批号 MUST-12081212)、芍药苷(批号 MUST-12113009)、苯甲酰芍药苷(批号 MUST-13030401)对照品购自上海高创化学试剂有限公司,氧化芍药苷(批号 FT15891102)对照品购自南通飞宇生物科技有限公司,以上 4 个对照品 HPLC(面积归一化法)纯度 > 98%。实验所用试剂甲醇、乙腈、甲酸为色谱纯,屈臣氏蒸馏水,其余试剂均为分析纯。

2 方法与结果

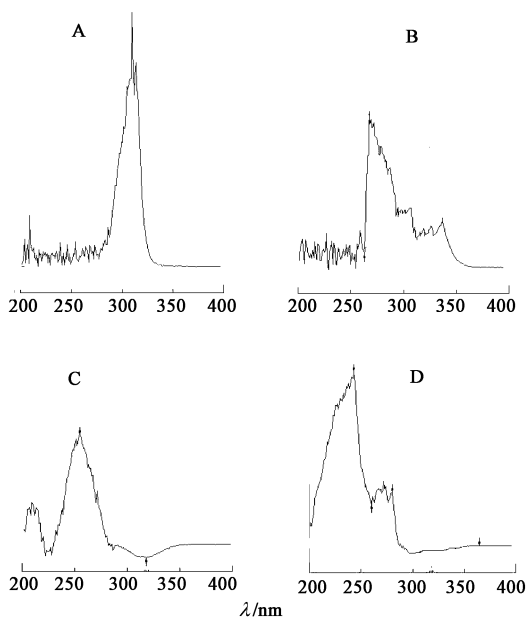
2.1 色谱条件 Ultimate™ XB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 流动相乙腈(A)-0.1% 甲酸水(B), 洗脱梯度(0~30 min, 5%~15% A; 30~60 min, 15%~50% A; 60~80 min, 50%~95% A), 检测波长 254 nm, 流速 1.0 mL·min⁻¹, 柱温 30 ℃。上述色谱条件下, 各组分分离度良好, 结果见图 1。

2.2 检测波长的选择 采用 Uvmini-2450 型紫外-可见分光光度计测得丹皮酚在 274.0 nm 处有最大吸收, 芍药苷在 310.0 nm 有最大吸收, 氧化芍药苷在 225.0 nm 处有最大吸收, 苯甲酰芍药苷在 243.0 nm 处有最大吸收。要同时测定 4 种成分, 根据双波长测试试验, 结合吸收强度、峰型、基线噪音等因素, 最终兼顾上述 4 种成分, 选择 254 nm 为测定波长, 见图 2。

2.3 对照品溶液的制备 分别精密称定丹皮酚、氧



1. 氧化芍药苷; 2. 芍药苷; 3. 丹皮酚; 4. 苯甲酰芍药苷
图 1 牡丹皮对照品(A)和样品(B) HPLC



A. 芍药苷; B. 丹皮酚; C. 氧化芍药苷; D. 苯甲酰芍药苷
图 2 4 个对照品的 UV

化芍药苷、苯甲酰芍药苷对照品适量置于 10 mL 量瓶中, 芍药苷称量适量置 25 mL 量瓶中, 用甲醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制得对照品贮备溶液。再分别精密吸取不同体积各对照品贮备溶液适量, 置 10 mL 量瓶中, 用甲醇稀释至刻度, 配置成质量浓度为 0.03, 0.042 5, 0.017 4, 0.037 9 g·L⁻¹ 的混合溶液保存于 4 ℃ 冰箱中, 备用。

2.4 供试品溶液的制备 取牡丹皮药材粉末(过

80 目筛)0.5 g,精密称定,置于 100 mL 具塞锥形瓶,精密加入 50 mL 的 50% 甲醇,称定,超声 30 min,放冷,过滤置于 100 mL 量瓶,加入甲醇定容,摇匀,用滤膜(0.22 μm)滤过,取续滤液即得 HPLC 供试液。

2.5 线性关系考察 精密吸取上述混合对照品溶

液 1,5,10,15,20 μL 进行进样分析,每个浓度进样 3 次,取平均值。以进样量(X)对峰面积积分值(Y)进行回归处理,得到丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的标准曲线见表 1,各标准曲线在线性范围内线性良好。

表 1 牡丹皮中 3 种单萜芍药苷类成分的标准曲线

成分	线性回归方程	r	线性范围/μg
丹皮酚	$Y = 9.72 \times 10^7 X + 4.49 \times 10^6$	0.999 7	0.030 0 ~ 0.600 0
芍药苷	$Y = 3.98 \times 10^7 X + 1.37 \times 10^6$	0.999 7	0.042 5 ~ 0.849 6
氧化芍药苷	$Y = 8.63 \times 10^7 X - 1.49 \times 10^6$	0.999 7	0.017 4 ~ 0.348 6
苯甲酰芍药苷	$Y = 2.29 \times 10^6 X + 3.61 \times 10^5$	0.999 8	0.075 8 ~ 0.758 6

2.6 校正因子计算^[6] 以丹皮酚为内标物,按公

式 $f_{km} = \frac{f_k}{f_m} = \frac{W_k \times A_m}{W_m \times A_k}$, A_m 为内标物峰面积, W_m 为内标物浓度, A_k 为某待测成分 k 峰面积; W_k 为待测成分 k 浓度。分别计算芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷对丹皮酚的校正因子,结果见表 2。

表 2 牡丹皮药材中丹皮酚和 3 个单萜芍药苷类成分相对校正因子(n=3)

进样体积/μL	$f_{\text{芍药苷/丹皮酚}}$	$f_{\text{氧化芍药苷/丹皮酚}}$	$f_{\text{苯甲酰芍药苷/丹皮酚}}$
1	0.804 9	0.310 0	8.458 5
5	0.810 2	0.335 0	8.475 5
10	0.834 7	0.354 3	8.458 8
15	0.800 7	0.304 7	8.450 8
20	0.855 7	0.286 3	8.414 1
Mean	0.821 2	0.318 1	8.451 5
RSD/%	2.33	2.67	2.28

2.6.1 精密度试验 精密吸取同一对照品溶液 10 μL 连续进样 6 次,记录峰面积,得到丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的精密度分别为 2.79%, 0.93%, 1.72%, 2.91%, 表明仪器精密度良好。

2.6.2 稳定性试验 精密吸取同一供试品溶液 10 μL,于配制后 0,2,4,8,12,24,48 h 进样分析记录峰面积。丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷稳定性的 RSD 2.84%, 2.41%, 2.63%, 2.42%。表明处理后的样品在 2 d 内稳定。

2.6.3 重复性试验 精密称取牡丹皮药材粉末 0.5 g 共 6 份,按供试品溶液处理方法制备样品,测定,进样量 10 μL,结果丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的平均质量分数分别为 11.81, 3.69, 1.29, 10.10 mg · g⁻¹, RSD 分别为 1.01%,

3.79%, 2.32%, 4.75%, 表明方法的重复性良好。

2.6.4 加样回收率 称取牡丹皮药材粉末约 0.25 g 共 6 份,精密称定,分别按已知质量的 1:1 比例分别加芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷对照品,按 2.3 项下提取,过滤后置于 50 mL 量瓶中,稀释至刻度,并在上述色谱条件下进样测定,计算加样回收率,丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的加样回收率分别为 99.4%, 98.9%, 100.4%, 101.5%; RSD 分别为 0.19%, 0.57%, 0.49%, 0.27%, 见表 3。

2.7 校正因子重复性考察

2.7.1 不同仪器及不同色谱柱考察 精密吸取 2.1.2 项下混合对照品溶液 1,5,10,15,20 μL,进样分析,每个质量浓度进样 3 次,取平均值。分别计算芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷对丹皮酚的校正因子。实验分别考察了 Agilent 1120, Waters 2659 高效液相色谱仪和 UltimateTM XB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm)、Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 150 mm, 5 μm),所得相对校正因子及其 RSD 见表 4。结果表明,不同仪器及不同色谱柱所得的相对校正因子无明显差异。

2.7.2 不同实验室考察 建立的一测多评实验方法在同一色谱柱 UltimateTM XB-C₁₈ (4.6 mm × 250 mm, 5 μm),在两个不同实验室测得的相对校正因子见表 5,结果不同实验室得到的相对校正因子的差异较小,RSD 在 1.66% ~ 2.67% 波动。

2.8 待测组分数谱峰的定位 已知丹皮酚的保留时间,采用保留时间差(Δ*t_R*)及相对保留时间(*Rt_R*) 2 个参数进行定位。考察了 2 个参数在不同仪器和不同色谱柱中的重复性,保留时间差的 RSD 在 0.258% ~ 1.29% 波动;各成分的相对保留时间的 RSD 在 0.037 7% ~ 0.557% 波动,结果见表 6, 7。

表3 牡丹皮中4种成分的加样回收率试验

成分	称样量/g	测得量/mg	加入量/mg	回收率/%	平均值/%	RSD/%
丹皮酚	0.254 2	1.501 0	1.487 5	99.1	99.4	0.19
	0.251 3	1.484 0	1.475 0	99.4		
	0.250 9	1.481 5	1.474 0	99.5		
	0.253 8	1.498 5	1.492 5	99.6		
	0.254 0	1.499 5	1.489 5	99.3		
	0.251 1	1.482 5	1.471 0	99.2		
芍药苷	0.254 2	0.481 0	0.477 0	99.2	98.9	0.57
	0.251 3	0.475 5	0.472 0	99.3		
	0.250 9	0.475 0	0.467 5	98.4		
	0.253 8	0.480 5	0.474 0	98.6		
	0.254 0	0.480 5	0.478 0	99.5		
	0.251 1	0.475 0	0.466 0	98.1		
氧化芍药苷	0.254 2	0.105 0	0.104 5	99.9	100.4	0.49
	0.251 3	0.104 0	0.104 5	100.5		
	0.250 9	0.103 5	0.104 0	100.3		
	0.253 8	0.105 0	0.104 5	99.9		
	0.254 0	0.105 0	0.106 5	101.2		
	0.251 1	0.104 0	0.104 5	100.6		
苯甲酰芍药苷	0.254 2	0.076 5	0.077 5	101.3	101.5	0.27
	0.251 3	0.075 5	0.076 5	101.5		
	0.250 9	0.075 5	0.077 0	101.8		
	0.253 8	0.076 5	0.077 5	101.2		
	0.254 0	0.076 5	0.078 0	101.9		
	0.251 1	0.075 5	0.076 5	101.4		

表4 不同仪器及不同色谱柱对牡丹皮中各待测成分相对校正因子的影响($n=3$)

仪器	色谱柱	相对校正因子		
		$f_{\text{芍药苷/丹皮酚}}$	$f_{\text{氧化芍药苷/丹皮酚}}$	$f_{\text{苯甲酰芍药苷/丹皮酚}}$
Waters 2695	Ultimate™ XB-C ₁₈	0.854 3	0.334 6	8.439 8
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈	0.807 9	0.352 4	8.398 9
Agilent 1120	Ultimate™ XB-C ₁₈	0.823 4	0.353 2	8.440 9
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈	0.809 3	0.329 7	8.453 8
	Mean	0.823 7	0.342 5	8.433 3
	RSD/%	2.16	1.22	2.38

由此可以保留时间差和相对保留时间值作为牡丹皮中上述待测成分的定位指标是合理的。由本色谱条件得到的色谱峰相对简单,各成分峰形较明显,因此通过保留时间差和相对保留时间结合各色谱峰的紫外吸收特征能准确的确认牡丹皮中的目标峰。

2.9 一测多评法与外标法比较 取12批牡丹皮药材粉末约0.5 g,精密称定,按2.4项下操作,制成供

试品溶液。分别精密吸取不同产地药材的供试品溶液及对照品溶液进样测定。利用外标法和一测多评法分别计算丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的含量,见表8。可知,不同批次产地的牡丹皮药材中芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷的含量无明显差异。证明一测多评法可用于牡丹皮药材待测组分的质量评价。

表 5 不同实验室测得牡丹皮中各成分的相对校正因子 ($n = 3$)

进样体积/ μL	$f_{\text{芍药苷/丹皮酚}}$		$f_{\text{氧化芍药苷/丹皮酚}}$		$f_{\text{苯甲酰芍药苷/丹皮酚}}$	
	Lab1	Lab2	Lab1	Lab2	Lab1	Lab2
1	0.804 9	0.812 6	0.310 0	0.304 8	8.458 5	8.452 9
5	0.810 2	0.800 9	0.335 0	0.324 5	8.475 5	8.436 4
10	0.834 7	0.842 0	0.354 3	0.343 5	8.458 8	8.436 4
15	0.800 7	0.810 3	0.304 7	0.302 4	8.450 8	8.465 3
20	0.855 7	0.845 3	0.286 3	0.319 4	8.414 1	8.402 3
Mean	0.821 2	0.822 2	0.318 1	0.318 9	8.451 5	8.438 7
RSD/%	2.33	2.01	2.67	1.66	2.28	2.37

表 6 不同仪器及色谱柱下牡丹皮中各待测成分间的保留时间差

仪器	色谱柱	保留时间差		
		$\Delta t_{R\text{芍药苷/丹皮酚}}^{(1)}$	$\Delta t_{R\text{氧化芍药苷/丹皮酚}}$	$\Delta t_{R\text{苯甲酰芍药苷/丹皮酚}}$
Waters 2695	Ultimate TM XB-C ₁₈ ⁽²⁾	18.43	46.42	-7.943
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈ ⁽³⁾	18.45	46.45	-7.949
Agilent 1120	Ultimate TM XB-C ₁₈	18.46	46.43	-7.947
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈	18.44	46.41	-7.945
	Mean	18.45	46.43	-7.946
RSD/%	1.29	1.71	0.258	

注：¹⁾ $\Delta t_{R\text{芍药苷/丹皮酚}} = \Delta t_{R\text{丹皮酚}} - \Delta t_{R\text{芍药苷}}$ ；²⁾ 色谱柱型号(4.6 mm \times 250 mm, 5 μm)；³⁾ 色谱柱型号(4.6 mm \times 150 mm, 5 μm)。

表 7 不同仪器及色谱柱下牡丹皮中各待测成分的相对保留值

仪器	色谱柱	相对保留值		
		$Rt_{R\text{芍药苷/丹皮酚}}^{(1)}$	$Rt_{R\text{氧化芍药苷/丹皮酚}}$	$Rt_{R\text{苯甲酰芍药苷/丹皮酚}}$
Waters 2695	Ultimate TM XB-C ₁₈ ⁽²⁾	0.700 4	0.270 4	1.119
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈ ⁽³⁾	0.700 7	0.269 8	1.123
Agilent 1120	Ultimate TM XB-C ₁₈ ⁽²⁾	0.710 1	0.270 7	1.125
	Agilent Zorbax SB-C ₁₈ ⁽³⁾	0.710 3	0.270 4	1.118
	Mean	0.705 4	0.270 3	1.121
RSD/%	0.557	0.038	0.330	

注：¹⁾ $Rt_{R\text{芍药苷/丹皮酚}} = t_{R\text{芍药苷}}/t_{R\text{丹皮酚}}$ ；²⁾ 色谱柱型号(4.6 mm \times 250 mm, 5 μm)；³⁾ 色谱柱型号(4.6 mm \times 150 mm, 5 μm)。

3 讨论

结合文献[7-10], 本文分别考察了乙醇、50%乙醇、90%乙醇、甲醇、50%甲醇、90%甲醇、水不同提取溶剂和超声、回流等不同提取方法, 结果发现以50%甲醇为提取溶剂, 超声 30 min 的提取条件, 能够兼顾丹皮酚、芍药苷类成分且得出的目标成分的提取率较高, 分离度较高, 峰形较好, 杂质峰少且方法简便。因此选取 50% 甲醇超声 30 min 为本实验的提取条件。另外比较流动相乙腈-水, 甲醇-水, 乙腈-0.5% 冰醋酸, 甲醇-0.5% 冰醋酸, 乙腈-0.1% 甲酸, 甲醇-0.1% 甲酸, 得出以流动相乙腈-0.1% 甲

酸的色谱峰分离度高, 杂质峰少。

丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷是牡丹皮中的主要成分, 含量较高, 药理活性显著且与牡丹皮的药效相关, 是评价牡丹皮药材质量的适宜指标。因此本文选取它们作为质控指标, 并建立它们之间的相对校正因子。本文以丹皮酚为内标物, 因为丹皮酚是牡丹皮药材的典型成分, 指纹图谱峰形明显, 且价廉易购。

本文将建立的一测多评方法应用于牡丹皮的质量评价中, 所得的目标成分的含量与外标法实测的含量无明显差异, 且不同实验条件下的相对校正因

表8 外标法和一测多评法(QAMS)测定牡丹皮中单萜芍药苷类成分含量

mg·g⁻¹

产地来源	丹皮酚	芍药苷		氧化芍药苷		苯甲酰芍药苷	
	b	a	b	a	b	a	b
安徽亳州1	11.03	3.78	3.82	0.95	1.06	9.68	10.26
安徽亳州2	11.97	3.78	3.83	0.95	1.06	9.72	10.38
安徽亳州3	11.05	3.80	3.85	0.95	1.06	9.70	10.21
河北保定1	9.49	3.54	3.88	0.97	1.01	7.49	8.54
河北保定2	9.45	3.64	3.80	0.95	1.02	7.52	8.98
河北保定3	9.42	3.65	3.73	0.96	1.02	7.58	9.01
四川1	11.63	3.86	3.71	0.77	0.84	11.43	10.85
四川2	11.65	3.86	3.74	0.78	0.83	11.35	10.79
四川3	11.68	3.86	3.69	0.78	0.82	11.49	10.92
山东菏泽1	11.80	3.59	3.61	0.96	1.00	8.92	9.96
山东菏泽2	11.89	3.68	3.71	0.96	1.10	8.81	9.90
山东菏泽3	11.90	3.60	3.70	0.950	1.04	8.79	9.92

注:a.外标法测得含量;b.一测多评法测得含量。

子的重复性良好,RSD(<3%)。说明一测多评方法在对照品缺乏或昂贵的条件下,进行多个成分含量的准确测定是简便可行的,可用于牡丹皮中丹皮酚、芍药苷、氧化芍药苷、苯甲酰芍药苷多成分的含量测定。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2010:160.
- [2] 郑世存,李晓宇,欧阳兵,等. 芍药苷药理作用研究新进展[J]. 中国药物警戒,2012,9(2):100.
- [3] 张艳,范俊安. 中药材牡丹皮研究概况Ⅳ 丹皮药理作用研究概况[J]. 重庆中草药研究,2009(1):26.
- [4] 龙世林,陈雅. 牡丹皮药理作用及临床研究进展[J]. 中国药业,2007(3):63.

- [5] 范旭航,马天成,沈旭,等. UPLC法测定不同产地不同部位牡丹皮中6种活性成分[J]. 中成药,2012,34(2):317.
- [6] 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.
- [7] 许舜军,李鹏,杨柳,等. 牡丹皮高效液相色谱指纹图谱研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(20):1677.
- [8] 邓祖磊,黄丽丹,程世云,等. 牡丹皮 HPLC 特征图谱研究[J]. 安徽医药,2011,15(7):825.
- [9] 周立艳,梁生旺,王淑美,等. 牡丹皮高效液相色谱“药效指纹图谱”研究[J]. 时珍国医国药,2008,19(6):1337.
- [10] 范旭航,王振中,李清,等. 牡丹皮药材 UPLC 特征指纹图谱研究[J]. 中国中药杂志,2011,36(6):715.

[责任编辑 顾雪竹]