

UFLC同时测定泽泻中6种三萜类成分含量

赵万里, 许文, 丘建芳, 罗奋熔, 刘一文, 徐明涛, 吴水生*

(福建中医药大学药学院, 福州 350122)

[摘要] 目的:建立同时测定泽泻药材中23-乙酰泽泻醇C, 泽泻醇A, 24-乙酰泽泻醇A, 泽泻醇G, 泽泻醇B, 23-乙酰泽泻醇B的UFLC含量分析方法。方法:采用Ultimate UFLC-AQ C₁₈色谱柱(4.6 mm × 100 mm, 3 μm), 流动相乙腈(A)-水(B)进行梯度洗脱, 流速0.3 mL·min⁻¹, 二极管阵列检测器的检测波长为208, 245 nm, 柱温30℃。结果:23-乙酰泽泻醇C, 泽泻醇A, 24-乙酰泽泻醇A, 泽泻醇G, 泽泻醇B, 23-乙酰泽泻醇B 6个成分的线性范围分别为0.179 0~17.88 ($r=0.999\ 8$), 0.500 0~100.0 ($r=0.999\ 7$), 0.216 0~25.20 ($r=0.999\ 6$), 0.295 0~12.45 ($r=1.000$), 0.653 0~65.33 ($r=0.999\ 6$), 0.393 0~78.32 ($r=0.999\ 8$) mg·L⁻¹; 平均加样回收率分别为97.95%, 96.70%, 97.65%, 96.01%, 99.73%, 100.3%。结论:建立的UFLC方法操作简便、快速、结果准确, 适用于泽泻药材的质量控制。

[关键词] 泽泻; 三萜; 超快速液相色谱法; 质量控制

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)01-0064-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2015010064

Simultaneous Determination of Six Triterpenoids in Alismatis Rhizoma by UFLC ZHAO Wan-li, XU Wen, QIU Jian-fang, LUO Fen-rong, LIU Yi-wen, XU Ming-tao, WU Shui-sheng* (School of Pharmacy, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350122, China)

[Abstract] **Objective:** To establish an ultra fast liquid chromatography (UFLC) method for simultaneous determination of alisol C 23-acetate, alisol A, alisol A 24-acetate, alisol G, alisol B and alisol B 23-acetate in the Alismatis Rhizoma. **Method:** The separation was performed on an Ultimate UFLC-AQ C₁₈ column (2.1 mm × 100 mm, 3 μm) using gradient elution with the mobile phase consisting of acetonitrile and water at a flow rate of 0.3 mL·min⁻¹. The column temperature was maintained at 30℃, and the DAD detection wavelengths were set at 208 nm and 245 nm. **Result:** The linear range of alisol C 23-acetate, alisol A, alisol A 24-acetate, alisol G, alisol B and alisol B 23-acetate were 0.179 0-17.88 ($r=0.999\ 8$), 0.500 0-100.0 ($r=0.999\ 7$), 0.216 0-25.20 ($r=0.999\ 6$), 0.295 0-12.45 ($r=1.000$), 0.653 0-65.33 ($r=0.999\ 6$), 0.393 0-78.32 mg·L⁻¹ ($r=0.999\ 8$), respectively. The average recoveries were 97.95%, 96.70%, 97.65%, 96.01%, 99.73%, 100.30%. **Conclusion:** The results indicated that the developed method could be considered to be a simple, rapid and accurate method for the quality control of Alismatis Rhizoma.

[Key words] Alismatis Rhizoma; triterpenoids; UFLC; quality control

泽泻^[1]主产福建、江西者称为“建泽泻”, 主产四川者为“川泽泻”, 具有利水渗湿、泄热、化浊降脂的功效。近代药理学研究表明, 泽泻中三萜类化合物具有利尿、降血脂、降血压、抗脂肪肝、抗动脉粥样硬化的作用^[2-3]。泽泻的化学成分以原萜烷型四环三萜类为主, 然而三萜化合物不够稳定, 主要表现在

不同产地泽泻三萜类成分在含量方面存在差异, 此外不同采收加工方法可导致三萜类成分发生转化, 因此采用多指标评价泽泻质量更具合理性^[4-8]。目前泽泻中三萜类化合物类成分的定量分析方法已有报道, 罗张炎^[9]等用HPLC-UV法同时测定泽泻中4种三萜类成分含量, 检测灵敏度较低, 耗时长; 周坛

[收稿日期] 20140512(011)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(U1205022); 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAI01B06); 福建省自然科学基金项目(2014J01352); 福建省卫生计生厅青年科研课题(2013-2-55); 福建中医药大学校管课题(X2012023)

[第一作者] 赵万里, 在读硕士, 从事中药药效物质基础及作用机制研究, Tel:18396128830, E-mail:942500243@qq.com

[通讯作者] * 吴水生, 教授, 博士生导师, 从事中药复方物质基础与药效相关性研究, Tel:0591-22861135, E-mail:wsstem@yahoo.cn

树^[10]等用 HPLC 双波长法测定泽泻中两种主要成分,但是测定时采用两种色谱方法,耗时久。近年来,UFLC 广泛运用于中药成分分析研究中,其在峰容量、分析效率、灵敏度和分辨率方面均优于常规 HPLC,可在极短的时间内达到柱平衡或重新平衡,显著减少分析时间,同时相应会减少溶剂消耗^[11-12]。而查阅国内外文献未见有 UFLC 法定量评价泽泻的报道,故本实验建立 UFLC 双波长法对泽泻药材中 23-乙酰泽泻醇 C、泽泻醇 A、24-乙酰泽泻醇 A、泽泻醇 G、泽泻醇 B 及 23-乙酰泽泻醇 B 6 个药材中具有代表性的成分进行同时测定。所建立的 UFLC 定量分析方法分析时间短,分析效率明显提高,为泽泻的规范化种植及质量评价提供一定的科学依据。

1 材料

25 批次泽泻样品分别购自福建、四川、江西、安徽、河南等地,经福建中医药大学药学院吴水生教授鉴定,均为泽泻科植物泽泻 *Alisma orientale* 的干燥块茎,样本存放于福建中医药大学药学院标本室。

Prominence UFLC XR 型超快速液相色谱仪(日本岛津公司,配备 SPD-M20A 型检测器,LCsolution 工作站),DV215CD 型 1/10 万分析天平(奥豪斯公司),Milli-Q 型超纯水仪;乙腈(色谱级,德国 MERCK 公司);其余试剂均为分析纯。

23-乙酰泽泻醇 C,泽泻醇 A,24-乙酰泽泻醇 A,乙酰泽泻醇 G,泽泻醇 B 及 23-乙酰泽泻醇 B 对照品由本实验室柱色谱分离制备。¹H,¹³C,NMR 和 MS 数据与文献[13]比较确认,纯度经 HPLC-UV(面积归一法)检测含量均 >98%。

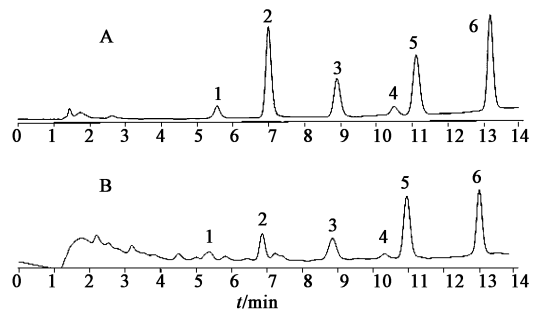
2 方法与结果

2.1 色谱条件 采用 Ultimate UFLC-AQ C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 100 mm, 3 μm),流动相乙腈(A)-水(B)(0~2 min,55% A;2~5 min,55%~65% A;5~6 min,65% A;6~9 min,65%~75% A;9~11 min,75%~85% A;11~14 min,85% A)梯度洗脱,流速 0.3 mL·min⁻¹,二极管阵列检测器的检测波长为 208,245 nm,柱温 30 ℃,进样量 3 μL。

2.2 对照品溶液制备 取 23-乙酰泽泻醇 C,泽泻醇 A,24-乙酰泽泻醇 A,乙酰泽泻醇 G,泽泻醇 B,23-乙酰泽泻醇 B 对照品适量,精密称定,加入乙腈制备成分别含 17.88,100.0,21.60,12.45,65.33,78.32 mg·L⁻¹ 的混合对照品储备液备用。

2.3 供试品溶液制备 取泽泻药材粉末(过 60 目筛)1 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入乙腈

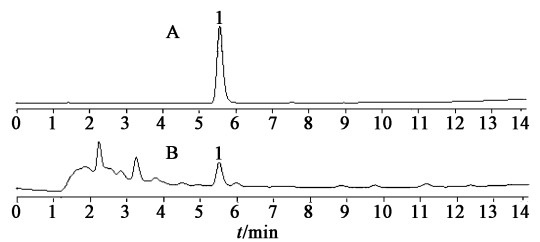
25 mL,密塞,称定质量,超声处理 30 min,放冷,乙腈补足减失质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。按 2.1 项下色谱条件测定,结果该条件下色谱峰分离良好,见图 1,2。



1. 23-乙酰泽泻醇 C; 2. 泽泻醇 A; 3. 24-乙酰泽泻醇 A; 4. 泽泻醇 G; 5. 泽泻醇 B; 6. 23-乙酰泽泻醇 B

图 1 泽泻对照品(A)、药材供试品(B)在 208 nm 处的色谱

Fig. 1 UFLC chromatograms of the reference (A), sample (B) at 208 nm



1. 23-乙酰泽泻醇 C

图 2 泽泻对照品(A)、药材供试品(B)在 245 nm 处的色谱

Fig. 2 UFLC chromatograms of the reference (A), sample (B) at 245 nm

2.4 线性范围 取 2.2 项下对照品储备液,用乙腈稀释,配成 23-乙酰泽泻醇 C 质量浓度分别为 0.179 0, 0.588 0, 0.894 0, 1.788, 4.470, 8.940, 17.88 mg·L⁻¹, 泽泻醇 A 质量浓度分别为 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0, 100.0 mg·L⁻¹, 24-乙酰泽泻醇 A 质量浓度分别为 0.216, 0.432, 1.080, 2.160, 5.400, 10.800, 25.200 mg·L⁻¹, 泽泻醇 G 质量浓度分别为 0.295, 0.591, 0.945, 1.181, 2.363, 4.725, 12.450 mg·L⁻¹, 泽泻醇 B 质量浓度分别为 0.653 0, 1.307, 3.266, 6.533, 16.33, 32.66, 65.33 mg·L⁻¹, 23-乙酰泽泻醇 B 质量浓度分别为 0.393, 0.783, 1.566, 3.916, 9.790, 39.160, 78.320 mg·L⁻¹ 的系列混合对照品溶液。精密吸取 3 μL, 依次注入液相色谱仪, 按 2.1 项下色谱条件测定, 以峰面积(Y)对分析物浓度(X)作线性回归, 结果见表 1。

2.5 检测限和定量限 精密称取 23-乙酰泽泻醇 C, 泽泻醇 A, 24-乙酰泽泻醇 A, 泽泻醇 G, 泽泻醇 B,

表 1 泽泻中 6 种成分线性关系

Table 1 Linear regression data, LODs and LOQs of six analytes for UFLC

成分	回归方程	r	线性范围/mg·L ⁻¹	LOD/mg·L ⁻¹	LOQ/mg·L ⁻¹
23-乙酰泽泻醇 C	$Y = 12\ 379X + 1\ 696.1$	0.999 8	0.179 0 ~ 17.88	0.05	0.16
泽泻醇 A	$Y = 3\ 145.1X + 1\ 651.5$	0.999 7	0.500 0 ~ 100.0	0.13	0.43
24-乙酰泽泻醇 A	$Y = 7\ 034.4X + 1\ 613.2$	0.999 6	0.216 0 ~ 25.20	0.07	0.21
泽泻醇 G	$Y = 3\ 958.3X + 949.47$	1.000 0	0.295 0 ~ 12.45	0.09	0.27
泽泻醇 B	$Y = 3\ 802.0X + 1\ 827.9$	0.999 6	0.653 0 ~ 65.33	0.21	0.65
23-乙酰泽泻醇 B	$Y = 4\ 128.2X + 1\ 606.3$	0.999 8	0.393 0 ~ 78.32	0.12	0.36

23-乙酰泽泻醇 B 的对照品适量, 配制一定浓度的稀溶液, 用乙腈逐级稀释, 进样, 按 3 倍信噪比计算 6 个成分的最低检测限, 按 10 倍信噪比计算 6 个成分的定量限, 结果见表 1。

2.6 精密度试验 精密吸取同一份对照品混合溶液 3 μL, 在 2.1 项色谱条件下连续进样 6 次, 记录 23-乙酰泽泻醇 C, 泽泻醇 A, 24-乙酰泽泻醇 A, 泽泻醇 G, 泽泻醇 B, 23-乙酰泽泻醇 B 的峰面积, 结果 RSD 分别为 1.1%, 1.1%, 1.2%, 2.0%, 0.9%, 0.95%, 表明精密度良好。

2.7 稳定性试验 按 2.3 项下制备一份供试品溶液, 分别于 0, 2, 6, 10, 12, 24 h 进样 3 μL, 记录 23-乙酰泽泻醇 C, 泽泻醇 A, 24-乙酰泽泻醇 A, 泽泻醇 G, 泽泻醇 B, 23-乙酰泽泻醇 B 的峰面积, 结果 RSD 分别为 0.7%, 0.4%, 1.5%, 1.2%, 2.1%, 1.2%, 表明供试液在 24 h 内稳定。

2.8 重复性试验 精密称取同一批泽泻样品 6 份, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 记录 23-乙酰泽泻醇 C, 泽泻醇 A, 24-乙酰泽泻醇 A, 泽泻醇 G, 泽泻醇 B, 23-乙酰泽泻醇 B 的峰面积, 结果 RSD 分别为 2.0%, 0.3%, 1.7%, 2.10%, 1.7%, 1.5%, 表明重复性良好。

2.9 回收率试验 精密称取 2.8 项下已知含量的泽泻粉末 6 份, 每份约 0.5 g, 精密加入近似等量的 6 种对照品, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 依法测定含量, 结果见表 2。

2.10 样品含量测定 分别精密称取不同批次的 25 批泽泻样品粉末 1 g, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 进样 3 μL 测定峰面积, 根据标准曲线计算其含量, 结果见表 3。

3 讨论

3.1 色谱条件的优化 通过比较不同厂家不同粒径色谱柱对泽泻 6 种三萜类成分的分离效果, 最终选择月旭的 Ultimate UFLC-AQ C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 100

表 2 泽泻药材中 6 个三萜的加样回收率试验

Table 2 Recovery data of six analytes for UFLC

成分	样品中 量/μg	加入量 /μg	测得量 /μg	回收率 /%	平均值 /%	RSD /%
23-乙酰 泽泻醇 C	34.34	34.5	68.35	98.12	98.12	1.3
	34.24	34.5	68.23	97.78		
	34.37	34.5	68.89	99.68		
	34.55	34.5	68.64	98.97		
	34.61	34.5	67.75	96.38		
泽泻醇 A	34.15	34.5	67.89	96.79	96.70	1.51
	463.0	460.0	907.1	97.20		
	462.2	460.0	897.9	95.20		
	461.4	460.0	917.2	99.38		
	460.4	460.0	902.1	96.10		
24 乙酰- 泽泻醇 A	462.4	460.0	903.1	96.32	97.75	2.1
	463.5	460.0	901.5	95.98		
	210.9	210.0	664.1	97.18		
	209.9	210.0	413.3	96.80		
	211.1	210.0	416.3	98.25		
泽泻醇 G	211.6	210.0	423.2	101.5	96.01	1.8
	209.8	210.0	411.3	95.86		
	210.8	210.0	412.3	96.32		
	75.56	76.0	148.5	95.34		
	74.65	76.0	148.4	95.31		
泽泻醇 B	76.68	76.0	151.7	99.56	99.73	2.3
	75.37	76.0	148.5	95.38		
	76.45	76.0	148.4	95.21		
	75.84	76.0	148.4	95.27		
	218.8	220.0	437.2	98.72		
23-乙酰 泽泻醇 B	219.4	220.0	445.4	102.4	100.30	1.9
	221.9	220.0	444.1	101.9		
	219.0	220.0	440.4	100.2		
	217.9	220.0	431.8	96.25		
	219.7	220.0	437.6	98.89		
泽泻醇 B	583.5	580.0	1169	101.6	100.1	99.76
	581.1	580.0	1160	100.1		
	581.4	580.0	1159	99.76		
	579.9	580.0	1180	103.4		
	581.5	580.0	1151	98.42		
583.4	580.0	1150	98.30			

表 3 不同产地泽泻药材中 6 个三萜类成分的含量

Table 3 Contents of the six triterpenes in *Alismatic Rhizoma*

mg·g⁻¹

批号	样品产地	23-乙酰 泽泻醇 C	泽泻醇 A	24-乙酰 泽泻醇 A	泽泻醇 G	泽泻醇 B	23-乙酰 泽泻醇 B	合计
1	福建建瓯(生品)1	0.157	-	0.221	0.030	0.309	1.948	2.665
2	福建建瓯(生品)2	0.117	-	0.052	0.051	0.044	0.726	0.990
3	福建建瓯(生品)3	0.106	-	0.1834	-	0.359	1.845	2.493
4	福建建瓯(炒制)1	0.150	-	0.131	-	0.248	1.449	1.978
5	福建建瓯(炒制)2	0.152	-	0.132	-	0.274	1.452	2.010
6	福建建瓯(炒制)3	0.152	-	0.132	-	0.274	1.452	2.010
7	福建建瓯(炒制)4	0.165	-	0.209	-	0.251	1.886	2.512
8	福建建瓯(炒制)5	0.136	-	0.137	0.021	0.247	1.201	1.742
9	四川新荷花(生品)	0.029	1.466	0.575	0.248	0.265	0.976	3.558
10	四川回春堂(饮片)	0.050	1.379	0.558	0.257	0.575	0.841	3.658
11	四川回春堂(炒制)	0.014	0.729	0.345	0.199	0.083	0.272	1.641
12	四川药店(饮片)1	0.190	0.425	0.296	0.188	0.936	1.161	3.196
13	四川药店(饮片)2	0.150	0.790	0.227	0.134	1.241	1.397	3.940
14	成都德仁堂(饮片)	0.064	0.959	0.370	0.225	0.774	1.438	3.830
15	成都德仁堂(炒制)	0.069	0.927	0.422	0.153	0.440	1.163	3.173
16	江西药店(饮片)1	0.113	0.082	0.134	0.067	0.250	1.211	1.859
17	江西药店(饮片)2	0.112	0.214	0.105	0.126	0.064	1.155	1.776
18	安徽同泰(饮片)1	0.049	1.269	0.549	0.209	0.226	0.350	2.651
19	安徽同泰(饮片)2	0.065	1.362	0.552	0.208	0.267	0.524	2.979
20	河北仙草堂(饮片)	0.025	1.115	0.282	0.124	0.060	0.241	1.848
21	太原药店(炒制)	0.022	1.012	0.343	0.168	0.085	0.519	2.149
22	亳州药店(饮片)	0.095	1.156	0.340	0.193	0.136	0.632	2.552
23	河南药店(饮片)1	0.071	1.419	0.425	0.206	0.386	0.558	3.066
24	河南药店(饮片)2	0.133	1.656	0.626	0.268	1.045	1.217	4.946
25	河南药店(饮片)3	0.261	0.807	0.526	0.158	0.225	1.913	3.898

注：“-”含量低于最低检测限。

mm, 3 μm), UFLC 柱的填料颗粒小于常规 HPLC 柱, 既可以用于超高压液相色谱, 也可以用于普通的 HPLC, 其柱效显著高于普通 5 μm 粒径色谱柱, 色谱峰更窄, 灵敏度更高, 峰容量更大, 分析时间大大缩短, 流动相的流速也减小为 0.3 mL·min⁻¹, 节约了溶剂。试用了 4 种流动相系统, 乙腈-水, 甲醇-水, 甲醇-0.1% 甲酸水, 乙腈-0.1% 甲酸水, 结果表明, 使用乙腈-水系统时, 6 种待测物在最短时间达到基线分离。

3.2 检测波长的选择 经 DAD 全波长扫描, 泽泻醇 A, 24-乙酰泽泻醇 A, 泽泻醇 G, 泽泻醇 B, 23-乙酰泽泻醇 B 结构中无共轭结构, 最大吸收波长在 197 nm, 为末端吸收干扰因素较多, 故选择 208 nm

作为检测波长。23-乙酰泽泻醇 C, 其结构中 13, 16, 17 位有共轭双键, 而且 16 位羰基的增色作用, 使其最大吸收波长在 245 nm。因此最终选用 208, 245 nm 作为检测波长。

3.3 含量分析 本研究所用样品为产自福建、四川的泽泻生品及山西、河南、安徽等地的市售饮片, 通过含量测定表明, 25 批次泽泻药材中批次 11 四川回春堂(炒制)、批次 18 安徽同泰(饮片)1、批次 20 河北仙草堂(饮片) (0.271 7, 0.349 9, 0.241 4 mg·g⁻¹) 3 个批次的药材不符合 2010 年版《中国药典》规定, 泽泻中 23-乙酰泽泻醇 B 的含量均低于 0.050% (0.500 0 mg·g⁻¹)。不同来源的泽泻中 6 种三萜类成分含量存在差异, 例如福建泽泻样品中

未检测到泽泻醇 A,而四川泽泻中泽泻醇 A 含量较高,达 $0.4250 \sim 1.466 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。此外 23-乙酰泽泻醇 B 的含量各批次间差异较大,含量最低与最高分别为 $0.2414, 1.948 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。由于泽泻三萜类成分在加工、炮制过程中容易发生转化,虽然批次 11、批次 18、批次 20 的 23-乙酰泽泻醇 B 含量不合格,但是其泽泻醇 A 的含量均大于 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,而文献报道泽泻多种三萜均具有降血脂作用^[14],泽泻醇三萜类是泽泻的主要药效物质。因此,采用单一某个指标来评价泽泻药材的质量显然有很大的局限性,所以建立多指标成分测定控制药材的质量就十分必要。

4 总结

本实验建立了同时测定泽泻中 23-乙酰泽泻醇 C,泽泻醇 A,24-乙酰泽泻醇 A,乙酰泽泻醇 G,泽泻醇 B,23-乙酰泽泻醇 B 含量的 UFLC 分析方法,该法操作简便、快速、结果准确,适用于泽泻药材的质量控制。

UFLC 在峰容量、分析效率、灵敏度和分辨率方面均优于常规 HPLC,可在极短的时间内达到柱平衡或重新平衡,显著减少分析时间,相应会减少溶剂消耗,因此该法在中药成分分析研究中具有独特的优势^[11-12]。

[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,2010:212-213.
[2] 吴水生. 泽泻的药学与临床研究[M]. 北京:中国中医药出版社,2009:161-177.
[3] 吴水生, 郭改革, 施红, 等. 泽泻提取物 Alisol Monoacetate A 和 B 对 HepG2 细胞株胆固醇代谢的影响[J]. 中华中医药杂志, 2007, 22(7):475-477.

[4] 罗永东, 邱丽莉, 许文, 等. 不同产地泽泻 4 个三萜类成分含量比较[J]. 中药材, 2010, 33(12):1849-1851.
[5] 张静, 杨文钰, 陈兴福, 等. 不同生态气候区泽泻产量与品质的变化研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(22):2857-2861.
[6] 刘文琴, 周丽姣, 罗金龙, 等. 基于指纹图谱探讨泽泻不同炮制饮片的成分差异[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(4):78-81.
[7] Bolat M, Yuying Z, Bin W, et al. Stability and structure studies on alisol A 24-acetate [J]. Chem Pharm Bull, 2008, 56(1):41-45.
[8] 丘建芳, 林婧, 许文, 等. HPLC-DAD-ELSD 测定泽泻药材中 4 种三萜类成分含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(2):42-46.
[9] 罗张炎, 周爱存, 张朝凤, 等. HPLC 同时测定泽泻中 4 种泽泻醇成分的含量[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(24):3306-3308.
[10] 周坛树, 史大文. 不同产地泽泻主要成分的 HPLC 测定[J]. 中药材, 2000, 23(11):687-688.
[11] 刘淑娟, 罗世恒, 王弘, 等. UFLC 法测定母丁香中丁香酚和 2-羟基-4,6-二甲氧基-5-甲基苯乙酮的含量[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(1):39-42.
[12] 徐鹏, 林文斯, 李晓娜, 等. UFLC 法同时测定新型香料中 2 个毒品成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(9):1538-1541.
[13] Yoshijiro N, Yohko S, Masumi K, et al. Terpenoids of *Alisma orientale* rhizome and the crude drug *alismatis rhizoma*[J]. Phytochemistry, 1994, 36(1):119-127.
[14] Tadakazu Murata, Yoshio Imai, Takeo Hirata, et al. Biological-active triterpenes of *Alismatis Rhizoma*. I. Isolation of the alisol[J]. Chem Pharm Bull, 1970, 18(7):1347-1353.

[责任编辑 顾雪竹]