

白及药材的HPLC指纹图谱建立及聚类分析^Δ

刘刚^{1,2*}, 丁志山³, 刘育辰^{1,2#}, 张永萍^{1,2}, 万超¹, 罗成凯¹(1. 贵阳中医学院药学院, 贵阳 550025; 2. 国家苗药工程技术研究中心, 贵阳 550025; 3. 浙江中医药大学药学院, 杭州 310053)

中图分类号 R927.2; R284.1 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)22-3050-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.22.06

摘要 目的: 建立白及药材的高效液相色谱(HPLC)指纹图谱, 并对样品进行聚类。方法: 采用HPLC法, 色谱柱为Diamondsil C₁₈, 流动相为0.1%磷酸溶液-乙腈(梯度洗脱), 流速为1.0 mL/min, 检测波长为270 nm, 柱温为30 ℃, 进样量为10 μL。以1, 4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯为参照, 绘制10批药材样品的HPLC图谱, 采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 A版)进行相似度评价, 确定共有峰, 并采用SPSS 23.0统计软件对其进行聚类分析。结果: 10批药材样品的HPLC图谱有15个共有峰, 其中9批相似度均大于0.90; 经验证, 10批药材样品HPLC图谱与对照指纹图谱具有较好的一致性。10批药材样品可聚为3类, S1、S2、S3、S4、S6、S8、S9、S10聚为第1类, S7聚为第2类, S5为第3类。结论: 所建HPLC指纹图谱和聚类分析结果可为白及药材的质量控制提供参考。

关键词 白及; 高效液相色谱法; 1, 4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯; 指纹图谱; 聚类分析

Establishment on HPLC Fingerprint of *Bletilla striata* and Their Cluster Analysis

LIU Gang^{1,2}, DING Zhishan³, LIU Yuchen^{1,2}, ZHANG Yongping^{1,2}, WAN Chao¹, LUO Chengkai¹(1. College of Pharmacy, Guiyang University of TCM, Guiyang 550025, China; 2. National Engineering Research Center for Miao's Medicine, Guiyang 550025, China; 3. College of Pharmaceutical Science, Zhejiang University of TCM, Hangzhou 310053, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish HPLC fingerprint of *Bletilla striata* and conduct cluster analysis. METHODS: HPLC method was adopted. The determination was performed on Diamondsil C₁₈ column with mobile phase consisted of 0.1% phosphoric acid solution-acetonitrile (gradient elution) at the flow rate of 1.0 mL/min. The detection wavelength was set at 270 nm, and column temperature was 30 ℃. The sample size was 10 μL. Using 1, 4-two [4-(glucose oxy) benzyl]-2-isobutyl malate as reference, HPLC chromatograms of 10 batches of medicinal samples were determined. Similarity evaluation was conducted by using *Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprint of TCM* (2004 A edition). Common peaks were determined, and cluster analysis was also conducted for it by using SPSS 23.0 statistic software. RESULTS: There were 15 common peaks in 10 batches of samples, and the similarities of 9 batches were more than 0.90. After validation, HPLC chromatograms of 10 batches of

在肝病诊断中的意义[J]. 右江民族医学院学报, 1996, 12(1): 50-52.

[16] 斯琴, 布日额. 苦瓜提取物影响II型糖尿病小鼠血清SOD、MDA的Meta分析[J]. 中医药信息, 2015, 32(1): 17-20.

[17] 丁晓东, 范建高. 非酒精性脂肪肝变性和脂肪性肝炎的发生机制[J]. 现代消化及介入诊疗, 2009, 14(4): 237-242.

[18] 李妍, 刘玉莲, 纪朋艳, 等. 五味子水提物对微波辐射引起大鼠肝细胞氧化应激损伤的预防作用[J]. 吉林大学学报(医学版), 2013, 39(6): 1173-1176.

[19] 贾浩, 孙吉康, 王平, 等. 单面针根和叶的代谢组比较研

究[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(10): 60-65.

[20] 钱程江. 六大类常见护肝药的功效[J]. 肝博士, 2010(4): 52.

[21] IBÁÑEZ-SAMANIEGO L, SALCEDO M, VAQUERO J, et al. De novo autoimmune hepatitis after liver transplantation: a focus on glutathione S-transferase theta 1[J]. *Liver Transpl*, 2017, 23(1): 75-85.

[22] 王永成, 陈涛, 石婷, 等. 嘌呤核苷及其衍生物的代谢工程[J]. 中国生物工程杂志, 2015, 35(5): 87-95.

[23] 付莹, 王红权, 赵玉蓉. α-酮戊二酸及其生理作用[J]. 湖南饲料, 2017(5): 31-33.

[24] 仇守蓓. 基于代谢组学的中药菊三七致肝毒性机理研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2018.

[25] 姜东京, 张丽, 曹雨诞, 等. 肠道菌群在中药研究中的应用[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(17): 3218-3225.

[26] 周宁. 酒精性肝病发生发展的基因组学和蛋白质组学研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.

(收稿日期: 2018-05-06 修回日期: 2018-09-30)

(编辑: 段思怡)

Δ 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No.81673672); 国家公益性行业科研专项经费项目(No.201507002); 贵州省教育厅一流学科项目(No.黔教科研发[2017]85-8)

* 实验师, 硕士。研究方向: 中药资源学和中药鉴定学。E-mail: liugang888_2000@163.com

通信作者: 副教授, 博士。研究方向: 中药及民族药资源分类鉴定与质量控制。电话: 0851-88233089

medicinal material were all in agreement with control fingerprint. The 10 batches of samples could be clustered into 3 categories. S1, S2, S3, S4, S6, S8, S9, S10 were clustered into category 1; S7 was clustered into category 2; S5 was clustered into category 3. CONCLUSIONS: Established fingerprint and the cluster analysis results can provide reference for the quality control of *B. striata*.

KEYWORDS *Bletilla striata*; HPLC; 1, 4-two [4-(glucose oxy) benzyl]-2-isobutyl malate; Fingerprint; Cluster analysis

白及为兰科植物白及[*Bletilla striata* (Thunb.) Reiehb. f.]的干燥块茎,其味苦、甘、涩,微寒;归肺、肝、胃经,具有收敛止血、消肿生肌之功效,临床多用于咯血、吐血、外伤出血、疮疡肿毒、皮肤皲裂等症的治疗^[1]。现代药理学研究表明,白及具有止血^[2]、抗菌^[3]、抗肿瘤^[4]、抗病毒^[5]等多种药理作用。白及中含有多糖类、菲类、联菲类、联菲醚类、联苄类、甾体类和三萜类等化学成分^[6],其中2-异丁基苹果酸葡萄糖氧基酯类的含量较高^[7]。

2015年版《中国药典》(一部)关于白及药材的质量控制标准中仅有理化鉴别、薄层色谱鉴别及水分、灰分检查等项目^[1]。目前,对白及的研究主要集中在化学成分^[6]、药理作用^[2-5]、含量测定^[7-8]等方面。但据笔者调研所知,目前白及的野生资源十分匮乏,药材主要源自栽培,而白及药材质量受生态环境的影响很大,并且市场上存在大量伪品(如黄花白及、小白及、华白及、竹叶兰、独蒜兰和舌苞兰等),使白及药材的有效性及安全性无法得到保障^[9]。仅靠一两个化学成分的含量测定,并不能有效控制白及药材整体质量,而且该药材中许多成分的对照品在国家药品标准物质目录中均查询不到,这给同时检测其中多指标成分的含量带来了一定难度。指纹图谱是医药学界公认的控制中药材质量的有效方法,具有整体性和模糊性的特点。为此,笔者收集不同产地来源的白及药材,建立其高效液相色谱(HPLC)指纹图谱,并对得到的数据进行处理,结合聚类分析方法进行质量评价,为其质量控制提供科学依据。

1 材料

1.1 仪器

UltiMate-3000型HPLC仪,包括紫外检测器等[赛默飞世尔科技(中国)有限公司];AR2140型万分之一电子分析天平、EX225DZH型十万分之一电子分析天平[美国奥豪斯仪器(上海)有限公司];Q300-B型高速多功能粉碎机(上海冰都电器有限公司);HT-220A型色谱柱柱温箱(天津市恒奥科技发展有限公司);DRHH-2型数显恒温水浴锅(上海双捷实验设备有限公司);SB-5200DT型超声波清洗机(宁波新芝生物科技股份有限公司);8HZ-0111型循环水多用真空泵(上海予英仪器有限公司)。

1.2 试剂

1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯对照品(成都洛玛生物科技有限公司,批号:CHB160626,纯度:98%);乙腈为色谱纯,其余试剂均为分析纯,水为纯化水。

1.3 药材

试验用白及药材均由笔者购买/采集(来源见表1),经贵阳中医学院王世清教授鉴定为真品。

表1 白及药材来源

Tab 1 Source of *B. striata*

编号	批号	购买/采集时间	购买/采集地点
S1	20160415-1	2016年4月	成都荷花池国际商贸城
S2	20160415-2	2016年4月	成都荷花池国际商贸城
S3	20160423-1	2016年4月	天猫祁宇旗舰店
S4	20161127-1	2016年11月	安国市药源商贸有限公司
S5	20161127-2	2016年11月	贵阳市太升中药材批发市场
S6	20161127-3	2016年11月	贵阳市太升中药材批发市场
S7	20161126-1	2016年11月	贵阳济仁堂药业有限公司
S8	20161126-2	2016年11月	四川润澳中藏药业有限公司
S9	20161126-3	2016年11月	北京同仁堂贵阳药店
S10	20160721-1	2016年7月	贵州省农业科学院(栽培)

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱:Diamonsil C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:0.1%磷酸溶液(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~5 min, 5% B→20% B; 5~25 min, 20% B→35% B; 25~45 min, 35% B→60% B);流速:1.0 mL/min;检测波长:270 nm;柱温:30 ℃;进样量:10 μL。

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液 精密称取1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯对照品6.80 mg,置于10 mL棕色量瓶中,加0.1%磷酸溶液-乙腈(3:2, V/V)溶解并定容,摇匀,即得。

2.2.2 供试品溶液 取药材样品适量,粉碎过3号筛,取约1.0 g,精密称定,置于100 mL具塞瓶中,加甲醇20 mL,称定质量,超声(功率:200 W,频率:40 kHz)提取30 min,取出,放冷,用甲醇补足减失的质量,摇匀,经0.45 μm微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 取“2.2.2”项下供试品溶液(编号:S5)适量,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,以1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯峰的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果,15个共有峰相对保留时间的RSD均小于2%(n=6),相对峰面积的RSD均小于5%(n=6),表明方法精密度良好。

2.3.2 稳定性试验 取“2.2.2”项下供试品溶液(编号:S5)适量,分别于室温下放置0、3、6、9、12、15、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,以1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯峰的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果,15个共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD均小于3%(n=7),表明供试品溶液在室温下放置24 h内基本稳定。

2.3.3 重复性试验 精密称取药材样品(编号:S5)适

量,共6份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,以1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯峰的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果,15个共有峰相对保留时间的RSD均小于1%(n=6),相对峰面积的RSD均小于5%(n=6),表明本方法重复性良好。

2.4 HPLC 指纹图谱的生成与相似度、共有峰相关分析

2.4.1 HPLC 指纹图谱的生成

取10批药材样品各适量,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 A版)对10批药材样品的HPLC图谱进行分析,得HPLC指纹图谱,详见图1、图2。

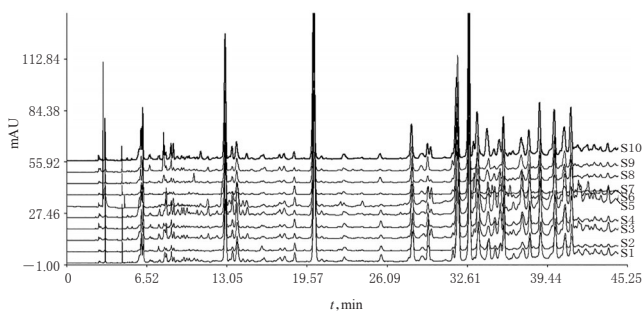


图1 10批药材样品的HPLC叠加指纹图谱

Fig 1 HPLC superimposed fingerprint of 10 batches of samples

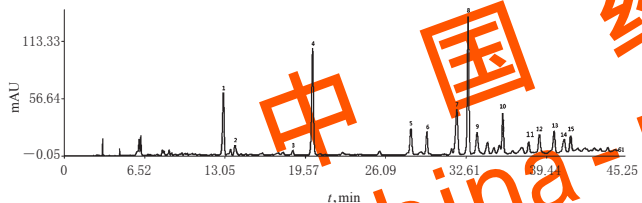


图2 药材样品的HPLC对照指纹图谱

Fig 2 HPLC control fingerprint of 10 batches of samples

2.4.2 相似度分析

采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 A版),以样品S1的HPLC图谱为对照,进行整体相似度评价。结果显示,10批药材样品有9批相似度均大于0.90,表明药材样品间差异较小,质量稳定性良好,详见表2。

表2 10批药材样品相似度评价结果

编号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
S1	1.000	0.983	0.916	0.960	0.821	0.965	0.968	0.972	0.977	0.972
S2	0.983	1.000	0.922	0.968	0.843	0.974	0.977	0.985	0.980	0.968
S3	0.916	0.922	1.000	0.971	0.971	0.934	0.840	0.967	0.924	0.971
S4	0.960	0.968	0.971	1.000	0.919	0.958	0.906	0.987	0.961	0.983
S5	0.821	0.843	0.971	0.919	1.000	0.865	0.728	0.911	0.839	0.908
S6	0.965	0.974	0.934	0.958	0.885	1.000	0.941	0.968	0.959	0.961
S7	0.968	0.977	0.840	0.906	0.728	0.914	1.000	0.939	0.957	0.916
S8	0.972	0.985	0.967	0.987	0.911	0.968	0.939	1.000	0.977	0.987
S9	0.977	0.980	0.924	0.961	0.839	0.959	0.957	0.977	1.000	0.970
S10	0.972	0.968	0.971	0.983	0.908	0.961	0.916	0.987	0.970	1.000

2.4.3 共有峰的指认及相关分析

10批药材样品有15

个共有峰,通过与对照品的HPLC图谱比对,指认4号峰为1,4-二[4-(葡萄糖氧)苄基]-2-异丁基苹果酸酯峰;该峰分离良好,峰面积较大,且为所有药材样品共有,故设定为参照峰,计算其他峰相对于该峰的相对保留时间和相对峰面积及其RSD,详见表3、表4。

表3 10批药材样品HPLC图谱共有峰的相对保留时间
Tab 3 Relative retention time of common peaks in HPLC chromatograms of 10 batches of samples

峰号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	RSD, %
1	0.641	0.641	0.641	0.641	0.641	0.642	0.642	0.642	0.642	0.642	0.08
2	0.688	0.688	0.688	0.687	0.689	0.689	0.688	0.688	0.688	0.686	0.13
3	0.920	0.921	0.920	0.920	0.920	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.06
4(参照)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0
5	1.395	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.396	1.397	1.397	1.397	0.05
6	1.459	1.460	1.460	1.460	1.460	1.461	1.461	1.461	1.461	1.460	0.05
7	1.580	1.581	1.580	1.580	1.580	1.579	1.579	1.579	1.579	1.579	0.04
8	1.626	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	1.629	1.628	1.628	1.627	0.05
9	1.661	1.662	1.662	1.662	1.662	1.661	1.662	1.662	1.662	1.661	0.03
10	1.765	1.766	1.766	1.766	1.767	1.767	1.768	1.768	1.768	1.767	0.06
11	1.869	1.870	1.870	1.871	1.871	1.870	1.872	1.871	1.871	1.870	0.05
12	1.913	1.914	1.914	1.914	1.914	1.914	1.915	1.915	1.915	1.915	0.04
13	1.972	1.973	1.973	1.973	1.974	1.973	1.974	1.974	1.974	1.973	0.03
14	2.012	2.013	2.013	2.014	2.014	2.013	2.015	2.015	2.015	2.014	0.05
15	2.038	2.040	2.040	2.040	2.040	2.040	2.041	2.042	2.042	2.041	0.06

表4 10批药材样品HPLC图谱共有峰的相对峰面积
Tab 4 Relative peak area of common peaks in HPLC chromatograms of 10 batches of samples

峰号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	RSD, %
1	0.482	0.418	0.535	0.607	0.464	0.274	0.304	0.482	0.580	0.591	24.23
2	0.095	0.134	0.32	0.186	0.130	0.116	0.111	0.096	0.115	0.098	22.30
3	0.036	0.061	0.026	0.053	0.015	0.038	0.067	0.042	0.220	0.032	99.53
4(参照)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0
5	0.238	0.184	0.126	0.369	0.090	0.270	0.121	0.148	0.120	0.190	46.17
6	0.178	0.038	0.055	0.098	0.033	0.055	0.058	0.042	0.105	0.052	62.20
7	0.533	0.746	0.720	0.887	0.844	0.579	0.668	0.783	0.739	0.613	16.00
8	1.091	1.123	0.565	0.942	0.290	0.899	1.496	0.939	1.082	0.877	34.98
9	0.205	0.225	0.278	0.363	0.422	0.136	0.142	0.296	0.098	0.251	42.52
10	0.276	0.169	0.104	0.167	0.033	0.063	0.328	0.189	0.328	0.160	56.49
11	0.098	0.144	0.190	0.191	0.165	0.160	0.112	0.155	0.161	0.135	19.91
12	0.180	0.112	0.328	0.310	0.263	0.155	0.080	0.212	0.122	0.275	42.90
13	0.210	0.209	0.236	0.262	0.305	0.249	0.180	0.267	0.269	0.250	14.86
14	0.140	0.111	0.149	0.180	0.192	0.151	0.070	0.173	0.168	0.182	24.62
15	0.149	0.083	0.246	0.209	0.337	0.177	0.048	0.167	0.115	0.233	48.07

2.5 聚类分析

以各共有峰的相对峰面积为变量,采用SPSS 23.0统计软件,应用组间平均数联结法结合平方欧氏距离对药材样品进行聚类分析,结果见图3。结果显示,10批药材可聚为3类:第1类为S1、S2、S3、S4、S6、S8、S9、S10,大部分药材样品的相似度大于0.95;第2类为S7,该批药材样品的相似度接近0.95;第3类为S5,该批药材样品的相似度相对较低,接近0.90。

3 讨论

预试验中,笔者以色谱峰峰面积及峰数为指标,考察了不同提取时间、不同提取溶剂、加热回流提取和超声提取对结果的影响。最终确定白及药材的提取方法为20倍体积的甲醇超声提取30 min。笔者还考察了甲醇-水、0.1%磷酸溶液-甲醇、乙腈-水和0.1%磷酸溶液-

蛇葡萄素对皮离蛋白过表达的大肠癌 LoVo 细胞迁移和侵袭能力的抑制作用研究[△]

刘丽芳^{1,2*}, 邱芳华^{2#}, 杨泽填^{1,2}, 李秋明²(1.广州中医药大学附属广州中医院, 广州 510405; 2.广州市中医医院, 广州 510130)

中图分类号 R735.3;R285.5 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)22-3053-06
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.22.07

摘要 目的:探讨蛇葡萄素(AMP)对皮离蛋白(DCD)过表达的大肠癌 LoVo 细胞迁移和侵袭能力的抑制作用。方法:通过质粒瞬时转染使 DCD 在 LoVo 细胞中过表达,并以蛋白免疫印迹法检测转染后 LoVo 细胞中 DCD 的蛋白表达水平。将细胞分为空载体组、正常对照组、阳性药物组(5-氟尿嘧啶, 0.25 μg/mL)和 AMP 组(300 μmol/L),除空载体组采用转染空载体的 LoVo 细胞外,其余组均采用转染 DCD 的 LoVo 细胞,以 Transwell 小室迁移实验和划痕实验考察 AMP 对相应 LoVo 细胞迁移能力的影响,以 Transwell 侵袭实验考察 AMP 对相应 LoVo 细胞侵袭能力的影响。结果:蛋白免疫印迹法检测结果显示,与空白对照组和空载体组比较,DCD 组细胞中 DCD 的蛋白表达水平均显著升高($P < 0.01$)。迁移实验和侵袭实验结果显示,与空载体组比较,正常对照组跨膜细胞数均显著增多,细胞迁移率均显著升高($P < 0.01$);与正常对照组比较,阳性药物组和 AMP 组跨膜细胞数均显著减少,细胞迁移率均显著降低($P < 0.01$),且 AMP 对细胞迁移和侵袭能力的抑制作用均显著优于 5-氟尿嘧啶($P < 0.01$)。结论:DCD 过表达能够促进肿瘤细胞迁移和侵袭;AMP 对 DCD 过表达的 LoVo 细胞的迁移和侵袭能力均具有明显的抑制作用。

关键词 蛇葡萄素;大肠癌;LoVo 细胞;皮离蛋白;迁移;侵袭

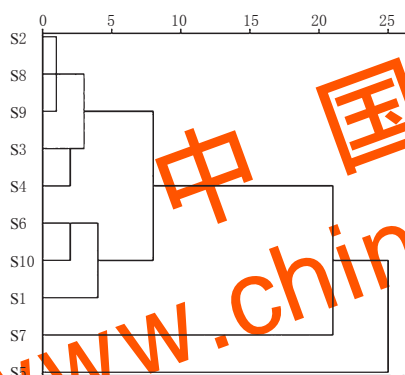


图3 聚类分析树状图

Fig 3 Dendrogram of cluster analysis

乙腈 4 种体系作为流动相对结果的影响。最终发现,采用 0.1% 磷酸溶液-乙腈为流动相时其色谱峰峰形对称性好,基线平整,能够获得较好的分离效果。

本试验通过对 10 批白及药材样品的指纹图谱分析可知,其共有峰的相对保留时间差异较小,但相对峰面积差异较大。但采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 A 版)对各批药材样品进行整体相似度评价的结果显示,10 批白及药材样品中有 9 批相似度均大于

△ 基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81503424);广州市科技计划项目——产学研协同创新重大专项(No.201704020171);广州市医药卫生科技项目(No.20171A010252)

* 硕士研究生。研究方向:肿瘤分子生物学。电话:020-81226234。E-mail:llifang0406@163.com

通信作者:副教授,硕士。研究方向:肿瘤分子生物学。电话:020-81226234。E-mail:qiufanghua1976@163.com

0.90,说明不同来源白及药材样品在化学组成方面具有很好的相似性。

综上所述,本研究所建 HPLC 指纹图谱和聚类分析结果可为白及药材的质量控制提供参考。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2015 年版. 北京:中国医药科技出版社, 2015:103.
- [2] 董永喜,刘星星,董莉,等. 白及多糖对血热出血模型大鼠的止血作用及机制研究[J]. 中国药房, 2016, 27(31): 4347-4350.
- [3] 俞杭苏,代斌玲,钱朝东,等. 白及须根化学成分及其体外抗菌活性研究[J]. 中药材, 2016, 39(3):544-547.
- [4] 仰莲. 白及蒽类化学成分及其抗人肺癌细胞 A549 活性研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2016.
- [5] 张兵,史亚,周芳美,等. 白及提取物体外抗流感病毒药效及其机制研究[J]. 中药材, 2017, 40(12):2933-2938.
- [6] 仰莲,彭成,李小红,等. 白及的化学成分及生物活性研究进展[J]. 中药与临床, 2014, 5(6):59-64.
- [7] 梅朝叶,向文英,杨武,等. UPLC-MS/MS 同时测定白及中 6 个指标成分的含量[J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(8):1233-1237.
- [8] 张晓静,赵艳霞,邓雁如,等. HPLC 同时测定白及中 3 种成分的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(21): 40-42.
- [9] 陈美君,李峰庆,吕蒙,等. 白及与其混伪品 ITS2 序列二级结构比较与鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(15):46-52.

(收稿日期:2018-04-21 修回日期:2018-06-18)

(编辑:张静)