

翻白草药材的HPLC指纹图谱及真伪鉴别研究[△]

孔晓妮^{1,2*}, 许一平², 沈伟², 周洪雷^{1#}(1. 山东中医药大学药学院, 济南 250355; 2. 山东中医药高等专科学校中药系, 山东烟台 264199)

中图分类号 R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)02-0172-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.02.07

摘要 目的: 建立翻白草药材的高效液相色谱(HPLC)指纹图谱, 并进行真伪鉴别。方法: 采用HPLC法, 色谱柱为InertSustain C₁₈, 流动相为0.1%甲酸溶液-乙腈(梯度洗脱), 流速为1.0 mL/min, 检测波长为360 nm, 柱温为30 ℃, 进样量为10 μL。以芦丁为参照, 绘制19批翻白草药材样品和2批委陵菜药材样品的HPLC图谱, 采用《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004)对21批药材样品进行相似度评价, 确定19批翻白草药材样品的共有峰, 采用SPSS 21.0统计软件进行聚类分析和主成分分析。结果: 19批翻白草药材样品的HPLC图谱有18个共有峰, 相似度均大于0.9, 其HPLC图谱与对照指纹图谱具有较好的一致性; 而2批委陵菜药材样品相似度均小于0.7。21批药材样品可聚为2大类, 即2批委陵菜药材样品为一类, 19批翻白草药材样品为一类, 而翻白草药材样品可聚为4类; 19批翻白草药材样品中芦丁、槲皮苷为主成分。结论: 所建指纹图谱可为翻白草药材的真伪鉴别和质量评价提供参考。

关键词 翻白草; 高效液相色谱法; 指纹图谱; 真伪鉴别

Study on HPLC Fingerprints of *Potentilla discolor* and Authenticity Identification

KONG Xiaoni^{1,2}, XU Yiping², SHEN Wei², ZHOU Honglei¹(1. School of Pharmacy, Shandong University of TCM, Jinan 250355, China; 2. Dept. of Chinese Medicine, Shandong College of TCM, Shandong Yantai 264199, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish HPLC fingerprints of *Potentilla discolor*, and to conduct authenticity identification. METHODS: HPLC method was adopted. The determination was performed on InertSustain C₁₈ column with mobile phase consisted of 0.1% formic acid solution-acetonitrile (gradient elution) at the flow rate of 1.0 mL/min, detection wavelength of 360 nm, column temperature of 30 ℃, sample size of 10 μL. Using rutin as reference, HPLC chromatograms of 19 batches of *P. discolor* and 2 batches of *P. chinensis* were determined. TCM Fingerprint Similarity Evaluation System (2004) was used for similarity evaluation of 21 batches of samples, and common peak identification of 19 batches of *P. discolor*. SPSS 21.0 statistical software was used for main component analysis and cluster analysis. RESULTS: There were 18 common peaks in HPLC fingerprints of 19 batches of *P. discolor*, the similarity was higher than 0.9. HPLC chromatogram was in good agreement with control fingerprint. The similarity of 2 batches of *P. chinensis* was lower than 0.7. The 21 batches of medicinal materials could be grouped into 2 categories, 2 batches of *P. chinensis* could be grouped into a category, 19 batches of *P. discolor* could be grouped into a category. *P. discolor* could be grouped into 4 categories. Rutin and quercitrin were main ingredients in 19 batches of *P. discolor*. CONCLUSIONS: Established fingerprint can provide reference for authenticity identification and quality evaluation of *P. discolor*.

KEYWORDS *Potentilla discolor*; HPLC; Fingerprint; Authenticity identification

翻白草(*Potentilla discolor* Bge)为蔷薇科委陵菜属植物, 又名鸡脚草、鸡腿根、鸡腿儿、叶下白、天青地白、白背叶等, 是一种多年生草本植物^[1]。翻白草性平, 味甘、微苦, 历代本草记载其具有止血止痢、清热解毒、消肿之功效; 民间有利用翻白草代茶饮治疗糖尿病的记载, 现代研究也表明其具有治疗2型糖尿病的作用^[2-3]。委陵菜由于形似翻白草, 常为人们混用。目前, 已从翻白草药材中分离得到多种黄酮类、多酚类、萜类和甾体

类成分^[4-7]。但2015年版《中国药典》(一部)仅以薄层色谱鉴别、浸出物含量测定对其进行质量控制, 无法全面地反映该药材品质。本课题组对21批翻白草和委陵菜药材进行研究, 建立了翻白草药材的高效液相色谱(HPLC)指纹图谱, 并对其与委陵菜进行了真伪鉴别, 可为全面控制和评价翻白草药材的质量提供参考依据。

1 材料

1.1 仪器

LC-2030系列HPLC仪, 包括二极管阵列检测器(日本Shimadzu公司); BSA224S-CW型电子分析天平(德国Sartorius公司); SK7200HP型超声波清洗器(上海科导超声仪器有限公司); 101-2A型数显电热鼓风干燥箱(南通沪南科学仪器有限公司); FZ102型微型植物粉碎

[△] 基金项目: 山东省中医药科技发展计划项目(No.2013-141); 山东省高等学校科技计划项目(No.J16LM54)

* 讲师, 博士研究生。研究方向: 中药活性成分与质量控制。电话: 0535-5136797。E-mail: kongxiaoni@163.com

通信作者: 教授, 博士生导师, 博士。研究方向: 中药及天然药物的有效成分和质量控制。E-mail: zhouhongleitem@163.com

机(上海岩征生物科技有限公司)。

1.2 试剂

芦丁对照品(批号:100080-201409,纯度:91.9%)、槲皮苷对照品(批号:111538-201105,纯度:92.7%)、槲皮素对照品(批号:100081-201509,纯度:98.1%)、山柰酚对照品(批号:110861-201611,纯度:95.5%)均购自中国食品药品检定研究院;乙腈、甲酸为色谱纯,其余试剂为分析纯,水为纯化水。

1.3 药材

19批翻白草药材和2批委陵菜药材来源于全国9个省份(见表1),经山东中医药高等专科学校王兴顺副教授鉴定为各自的真品。

表1 药材样品来源

Tab 1 Sources of medicinal materials

编号	产地	购买/收集地	品种
S1	河南	安国饮片加工厂	翻白草
S2	河南南召	河南南召	翻白草
S3	河南	河北亚宝药业有限公司	翻白草
S4	河南	河北康益强药业有限公司	翻白草
S5	河南嵩县	河南嵩县	翻白草
S6	安徽	安徽亳州药材市场	翻白草
S7	安徽	安徽亳州药材市场	翻白草
S8	安徽	上海虹桥中药饮片有限公司	翻白草
S9	山东嘉祥	山东嘉祥	翻白草
S10	山东	安徽亳州药材市场	翻白草
S11	黑龙江塔河	黑龙江塔河	翻白草
S12	黑龙江哈尔滨	黑龙江哈尔滨	翻白草
S13	湖北麻城	湖北麻城	翻白草
S14	湖北	河北亚宝药业有限公司	翻白草
S15	河北涿源	河北涿源	翻白草
S16	河北唐县	河北唐县	翻白草
S17	江西	安徽亳州药材市场	翻白草
S18	江苏	北京同仁堂(亳州)饮片有限公司	翻白草
S19	广西河池	广西河池	翻白草
N1	安徽	安徽亳州药材市场	委陵菜
N2	山东	济南八和中药饮片有限公司	委陵菜

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱:InertSustain C₁₈(150 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:0.1%甲酸溶液(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~20 min, 12% B→20% B; 20~25 min, 20% B; 25~35 min, 20% B→40% B; 35~40 min, 40% B→70% B);流速:1.0 mL/min;检测波长:360 nm;柱温:30 ℃;进样量:10 μL。

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液 精密称取待测成分对照品各适量,分别置于10 mL量瓶中,加甲醇溶解并定容,得芦丁、槲皮苷、槲皮素、山柰酚质量浓度分别为1.381、0.820、0.915、0.965 mg/mL的单一对照品贮备液。取上述单一对照品贮备液各适量,置于同一量瓶中,加甲醇稀释,制成芦丁、槲皮苷、槲皮素、山柰酚质量浓度分别为13.810、8.200、1.830、0.386 μg/mL的混和对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取药材样品约0.25 g,粉碎(过20目筛),精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加90%甲醇

溶液25 mL,称定质量,30 ℃下超声(功率:250 W,频率:40 kHz)处理30 min,冷却至室温,再次称定质量,用90%甲醇溶液补足减失的质量,摇匀,静置,取上清液,经微孔滤膜(0.45 μm)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:S18)适量,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,以芦丁的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰相对保留时间和相对峰面积。结果,18个共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD<3.0%(n=6),表明本方法精密度良好。

2.3.2 稳定性试验 取“2.2.2”项下供试品溶液(编号:S18)适量,分别于室温下放置0、2、4、6、12、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,以芦丁的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰相对保留时间和相对峰面积。结果,18个共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD<3.0%(n=6),表明供试品溶液室温下放置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:S18)适量,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,共6份,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,以芦丁的保留时间和峰面积为参照,记录各共有峰相对保留时间和相对峰面积。结果,18个共有峰相对保留时间和相对峰面积的RSD<3.0%(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、共有峰的相关分析

2.4.1 HPLC 指纹图谱的生成 取19批翻白草药材样品各适量,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)对19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。

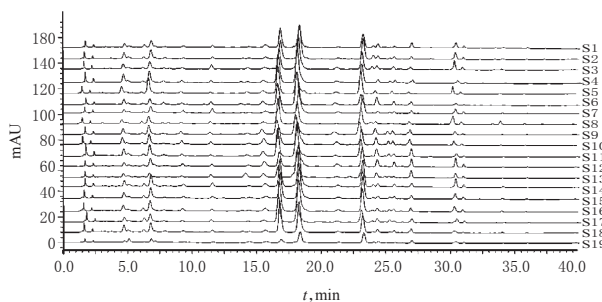


图1 19批翻白草药材样品HPLC叠加指纹图谱

Fig 1 HPLC superposed fingerprints of 19 batches of *P. discolor*

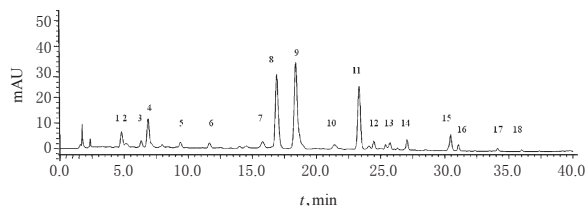


图2 翻白草药材样品HPLC对照指纹图谱

Fig 2 HPLC control fingerprints of *P. discolor*

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),以翻白草药材样品 HPLC 对照指纹图谱为参照,进行相似度评价。结果显示,19批翻白草药材样品相似度均大于0.9,说明各批翻白草药材样品具有较高的均一性,详见表2。在相同色谱条件下,采集2批委陵菜药材样品 HPLC 图谱,将翻白草药材样品 HPLC 对照指纹图谱和2批委陵菜药材样品 HPLC 图谱导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2004 B),计算得到2批委陵菜药材样品 HPLC 图谱与对照指纹图谱的相似度分别为0.688、0.698,表明采用 HPLC 指纹图谱可以从化学成分上较好地区别翻白草与委陵菜药材,详见表2。

2.4.3 共有峰相关数据分析 分别取“2.2.1”项下混合对照品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件进样测定,通过比较色谱图,对图2中主要色谱峰进行指认^[8-9]。结果,得18个共有峰,其中8号峰为芦丁,11号峰为槲皮苷,15号峰为槲皮素,17号峰为山柰酚。8号峰(芦丁)分离良

表2 21批药材样品相似度评价结果

Tab 2 Similarity evaluation results of 21 batches of medicinal materials

编号	相似度	编号	相似度
S1	0.996	S12	0.974
S2	0.997	S13	0.933
S3	0.983	S14	0.996
S4	0.983	S15	0.999
S5	0.963	S16	0.989
S6	0.976	S17	0.972
S7	0.992	S18	0.991
S8	0.978	S19	0.922
S9	0.982	N1	0.688
S10	0.982	N2	0.698
S11	0.993		

好、峰面积较大,在图谱中较稳定,因此确定其为参照峰(S)。计算其他峰相对于8号峰的相对保留时间和相对峰面积,详见表3、表4。

表3 19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 19 batches of medicinal materials

峰号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
1	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.285	0.283	0.283	0.283	0.283	0.282	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.284	0.283	0.283
2	0.303	0.302	0.302	0.302	0.302	0.303	0.302	0.302	0.302	0.302	0.300	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.305	0.302	0.302
3	0.374	0.374	0.374	0.376	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.374	0.371	0.374	0.374
4	0.404	0.404	0.404	0.404	0.404	0.405	0.404	0.404	0.402	0.404	0.401	0.404	0.404	0.406	0.404	0.404	0.404	0.404	0.404
5	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.551
6	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.687	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689	0.689
7	0.932	0.933	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.933	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.931	0.932	0.932
8(S)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.079	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.088	1.089	1.088	1.088
10	1.268	1.268	1.266	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.272	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.268	1.263
11	1.382	1.384	1.384	1.384	1.383	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.386	1.384	1.384	1.384	1.384
12	1.453	1.453	1.451	1.453	1.453	1.453	1.453	1.453	1.453	1.453	1.453	1.451	1.450	1.453	1.453	1.453	1.454	1.453	1.457
13	1.530	1.530	1.530	1.531	1.530	1.530	1.530	1.530	1.533	1.530	1.529	1.530	1.529	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530	1.530
14	1.610	1.610	1.612	1.610	1.610	1.610	1.610	1.611	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.610	1.609
15	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.816	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815	1.815
16	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.850	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851
17	2.030	2.033	2.033	2.033	2.033	2.033	2.031	2.035	2.033	2.033	2.033	2.033	2.033	2.033	2.033	2.033	2.032	2.033	2.039
18	2.146	2.146	2.146	2.146	2.145	2.146	2.146	2.146	2.146	2.142	2.147	2.146	2.146	2.146	2.146	2.146	2.145	2.146	2.147

表4 19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 19 batches of medicinal materials

峰号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19
1	0.136	0.201	0.171	0.236	0.186	0.165	0.125	0.103	0.271	0.275	0.179	0.172	0.212	0.156	0.161	0.151	0.133	0.162	0.319
2	0.047	0.059	0.069	0.087	0.047	0.058	0.074	0.029	0.065	0.066	0.075	0.073	0.100	0.060	0.055	0.052	0.034	0.052	0.819
3	0.083	0.040	0.045	0.056	0.031	0.047	0.032	0.058	0.070	0.067	0.048	0.052	0.039	0.066	0.064	0.071	0.109	0.046	0.063
4	0.270	0.327	0.325	0.390	0.497	0.237	0.283	0.246	0.496	0.492	0.334	0.430	0.272	0.344	0.353	0.333	0.262	0.263	0.815
5	0.055	0.062	0.058	0.033	0.048	0.056	0.104	0.026	0.152	0.150	0.047	0.126	0.064	0.066	0.051	0.060	0.030	0.036	0.111
6	0.076	0.064	0.168	0.077	0.037	0.122	0.197	0.066	0.120	0.118	0.035	0.115	0.191	0.114	0.059	0.055	0.065	0.056	0.152
7	0.164	0.090	0.101	0.094	0.111	0.175	0.120	0.079	0.355	0.367	0.183	0.362	0.361	0.115	0.095	0.109	0.087	0.081	0.381
8(S)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	1.368	1.402	2.025	2.142	0.887	1.746	1.660	0.962	1.557	1.532	1.385	1.913	2.881	1.546	1.381	1.303	0.861	1.132	3.472
10	0.050	0.100	0.123	0.075	0.076	0.130	0.086	0.017	0.226	0.191	0.044	0.211	0.092	0.078	0.071	0.066	0.055	0.042	0.154
11	0.680	0.655	0.816	1.048	0.799	0.495	0.980	0.593	0.810	0.802	0.643	1.209	0.729	0.947	0.801	0.754	0.484	0.507	2.551
12	0.130	0.088	0.130	0.134	0.084	0.276	0.070	0.057	0.307	0.299	0.231	0.376	0.310	0.072	0.079	0.074	0.111	0.073	0.284
13	0.061	0.075	0.109	0.104	0.063	0.113	0.066	0.038	0.146	0.134	0.072	0.216	0.058	0.078	0.068	0.064	0.042	0.048	0.152
14	0.189	0.072	0.097	0.113	0.056	0.135	0.106	0.066	0.250	0.245	0.210	0.355	0.423	0.105	0.097	0.091	0.110	0.102	0.551
15	0.226	0.091	0.301	0.310	0.165	0.103	0.177	0.284	0.162	0.158	0.096	0.349	0.272	0.210	0.173	0.162	0.143	0.083	0.421
16	0.070	0.023	0.073	0.073	0.048	0.024	0.062	0.060	0.038	0.038	0.029	0.108	0.093	0.056	0.052	0.049	0.054	0.022	0.165
17	0.025	0.012	0.025	0.030	0.022	0.013	0.028	0.080	0.012	0.012	0.012	0.016	0.012	0.024	0.024	0.023	0.021	0.018	0.060
18	0.029	0.005	0.007	0.014	0.010	0.006	0.012	0.023	0.011	0.011	0.015	0.019	0.030	0.008	0.014	0.013	0.018	0.011	0.081

2.5 聚类分析与主成分分析

2.5.1 聚类分析 以各共有峰相对峰面积为变量,采用SPSS 21.0统计软件对21批药材样品进行系统聚类分析,采用组间平均数联结法,以夹角余弦作为样品相似度的距离公式,详见图3。由图3可见,21批药材样品可聚为2大类:翻白草药材和委陵菜药材;翻白草药材样品可聚为4类:S9、S10、S12、S3、S4、S7、S14、S15、S16、S2、S1、S11、S18为I类,S6、S13为II类,S8、S17、S5为III类,S19为IV类,其中IV类S19样品(广西)与其余批样品的距离较大,即在质量上存在较大差别。

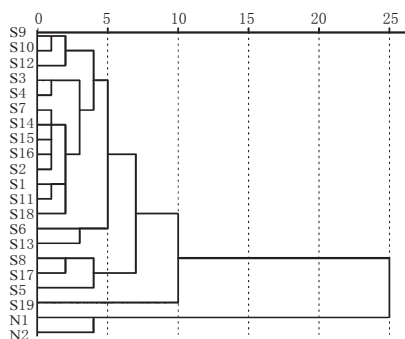


图3 聚类分析树状图

Fig 3 Dendrogram of cluster analysis

2.5.2 主成分分析 以各共有峰相对峰面积为变量,利用SPSS 21.0统计软件对原始数据进行标准化处理并进行主成分分析。根据主成分特征值和贡献率,提取了4个主成分因子(A1~A4),其累积贡献率达78.07%。其中,A1特征值为5.82,贡献率为32.33%;A2特征值为3.34,贡献率为18.57%;A3特征值为3.02,贡献率为16.75%;A4特征值为1.88,贡献率为10.42%。旋转后的主成分因子载荷矩阵见表5,其中载荷量表示各指标对改变主成分贡献的大小,因子载荷量符号表示各指标对改变主成分值增减的效果。由表5可见,8、4、11号峰在A1中有明显正相载荷,前3名变量的权重值分别为0.934、0.908、0.877(即8、4、11号峰),表明这3个峰在区分翻白草和委陵菜药材及不同批翻白草药材中起重要作用。

3 讨论

本课题组共收集19批翻白草药材样品,建立了翻白草药材HPLC指纹图谱,标定了18个共有峰,并指认了4个峰,分别为芦丁、槲皮苷、槲皮素、山柰酚。相似度分析中,所得19批翻白草药材样品的HPLC图谱基本吻合,相似度均大于0.9,与委陵菜药材样品可明显区别。主成分分析中,贡献率最大的3个成分为峰8(芦丁)、峰4(待定)和峰11(槲皮苷),其中8、11号峰属于黄酮类化合物。文献报道翻白草总黄酮具有良好的降血糖、抗氧化、抗炎作用^[10-12],因此芦丁、槲皮苷可作为翻白草药材质量控制的指标性成分。在翻白草和委陵菜药材鉴别方面,本课题组建立的翻白草药材HPLC指纹图谱可有效区分上述两种药材。

表5 旋转后的主因子载荷矩阵表

Fig 5 The main cause subload matrix table after rotation

峰号	主成分			
	1	2	3	4
1	0.787	0.266	0.106	0.259
2	0.354	-0.039	-0.767	-0.190
3	0.260	-0.085	0.638	-0.196
4	0.908	0.235	-0.113	-0.071
5	0.338	0.633	-0.043	0.440
6	-0.194	-0.153	0.312	0.721
7	0.124	0.960	-0.117	-0.015
8	0.934	0.064	0.033	-0.189
9	0.473	-0.081	0.115	0.556
10	0.391	0.641	-0.192	0.491
11	0.877	0.062	-0.183	-0.084
12	0.166	0.873	-0.212	-0.039
13	0.001	0.320	0.601	0.454
14	0.007	0.858	-0.131	-0.308
15	-0.134	-0.355	0.853	0.169
16	-0.105	-0.329	0.827	0.023
17	0.222	-0.439	0.589	-0.353
18	0.128	-0.009	0.151	-0.918

综上所述,所建指纹图谱可为翻白草药材的真伪鉴别和质量评价提供参考。

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:中国科技医药出版社,2015:383.
- [2] YANG J, CHEN H, ZHANG L, et al. Anti-diabetic effect of standardized extract of *Potentilla discolor* Bunge and identification of its active components[J]. *Drug Dev Res*, 2010, 71(2):127-132.
- [3] 程昊,李俊. 翻白草黄酮对2型糖尿病胰岛素抵抗大鼠保护作用[J]. *中国实用医药*, 2011, 35(6):248-250.
- [4] 洪凌,何贵锋,高妮,等. 翻白草黄酮类化学成分研究[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2013, 19(18):117-119.
- [5] 李玉云,肖草茂,姚闽,等. 翻白草三萜类化学成分研究[J]. *中药材*, 2013, 36(7):1099-1101.
- [6] 孙奕,邓雁如,王颖,等. 翻白草的化学成分及药理活性研究进展[J]. *中药材*, 2016, 39(3):639-645.
- [7] 张颖,巩学勇,冀海伟,等. 翻白草中槲皮素的提取工艺优化及含量测定[J]. *中国药房*, 2008, 19(30):2345-2347.
- [8] WANG Q, XU DR, SHI XH, et al. Flavones from *Potentilla discolor* Bunge[J]. *Chin J Nat Med*, 2009, 5(7):361-363.
- [9] 安海洋,刘顺,单淇,等. 翻白草的化学成分研究[J]. *中草药*, 2011, 42(7):1285-1288.
- [10] ZHANG L, YANG J, CHEN XQ, et al. Anti-diabetic and anti-oxidant effects of extracts from *Potentilla discolor* Bunge on diabetic rats induced by high fat diet and streptozotocin[J]. *J Ethnopharmacol*, 2010, 132(2):518-524.
- [11] 胡建新,周志愉,王晓敏,等. 翻白草总黄酮对2型糖尿病大鼠胰岛素底物-2-磷脂酰肌醇-3激酶信号通路的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2014, 20(23):146-150.
- [12] 严哲琳,董正平,孙文,等. 翻白草水提液对2型糖尿病胰岛素抵抗大鼠糖脂代谢的影响[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(7):216-219.

(收稿日期:2017-05-12 修回日期:2017-06-09)

(编辑:张静)