

不同产地五加皮药材 UPLC 指纹图谱分析

王东晗，梁宇飞，张欣欣，赵丽艳，李亚鑫，张万明^{*}，张丹参
(河北北方学院 药理学系，河北 张家口 075000)

[摘要] **目的：**利用 UPLC 建立五加皮药材的指纹图谱,为五加皮的质量控制和评价提供参考。**方法：**选用 Waters BEH C₁₈ 色谱柱(2.1 mm×100 mm,1.7 μm),检测波长 282 nm,流动相乙腈-0.1% 冰乙酸水溶液梯度洗脱,流速0.3 mL·min⁻¹,柱温 25 ℃,进样量 2 μL。以紫丁香苷峰为参照峰,在相同的色谱条件下测定 20 批不同产地五加皮药材,运用软件《中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012 版)》对 20 批五加皮进行相关分析,并应用 SPSS 21.0 软件进行聚类分析。**结果：**建立了五加皮药材的 UPLC 指纹图谱,20 批五加皮药材中 7 批相似度 <0.800,其余药材相似度在 0.800~0.924,标定了 12 个共有指纹峰,4 个已确认成分,分别为原儿茶酸(1 号峰),绿原酸(3 号峰),紫丁香苷(4 号峰),4-甲氧基水杨醛(12 号峰)。聚类结果显示,20 批五加皮样品被分为 4 类,S1,S3,S9,S13,S20 聚为一类,S11 单独为一类,S14 单独为一类,其余样品聚为一类。**结论：**该方法具有良好的精密度、重复性、稳定性,分析时间短,专属性强,为五加皮的质量评价与控制提供科学依据。

[关键词] 五加皮; 紫丁香苷; 原儿茶酸; 绿原酸; 4-甲氧基水杨醛; 不同产地
[中图分类号] R289;R284.1;R22;R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2020)06-0138-06
[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20200316
[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20191017.0905.002.html>
[网络出版时间] 2019-10-17 11:24

UPLC Fingerprint Analysis of Acanthopanax Cortex from Different Origins

WANG Dong-han, LIANG Yu-fei, ZHANG Xin-xin, ZHAO Li-yan, LI Ya-xin,
ZHANG Wan-ming^{*}, ZHANG Dan-shen
(School of Pharmacy, Hebei North University, Zhangjiakou 075000, China)

[Abstract] **Objective:** To established fingerprint of Acanthopanax Cortex by UPLC method, in order to provide reference for quality control and evaluation. **Method:** UPLC method was performed on Waters BEH C₁₈ (2.1 mm×100 mm, 1.7 μm), with acetonitrile-0.1% glacial acetic acid as the mobile phase for gradient elution. The detection wavelength was 282 nm, the flow rate was 0.3 mL·min⁻¹, the column temperature was 25 ℃, and the injection volume was 2 μL. With syringin as reference substance, the fingerprint of 20 batches Acanthopanax Cortex were analyzed under the same chromatographic conditions. The Similarity Evaluation System for Chromatographic Fingerprint of Chinese Materia Media (version 2012) was used to analyze the similarity of 20 batches of Acanthopanax Cortex, and the SPSS 21.0 was applied for cluster analysis. **Result:** The UPLC fingerprint of the Acanthopanax Cortex was established. The similarity results showed that the 7 batches of the 20 batches of Acanthopanax Cortex was less than 0.800, and the remaining medicinal materials were similar within the range from 0.800 to 0.924. Besides, 12 common fingerprint peaks were calibrated and 4 components were identified, namely protocatechuic acid (peak 1), chlorogenic acid (peak 3), syringin (peak 4), and 4-methoxysalicylaldehyde (peak 12). The clustering results showed that the 20 batches of Acanthopanax Cortex were divided into four groups. Among these batches, S1, S3, S9, S13 and S20 were clustered into one

[收稿日期] 20190325(015)
[基金项目] 国家自然科学基金项目(81274005);河北北方学院基金项目(GZ1405);河北省中医药管理局项目(2017212)
[第一作者] 王东晗,在读硕士,从事药物分析、中药质量控制研究,E-mail:814045225@qq.com
[通信作者] ^{*} 张万明,教授,硕士生导师,从事药物分析、中药质量控制研究,E-mail:zwm19650228@163.com

category, S11 was a category, S14 was a category, and the remaining samples belonged to a category.

Conclusion: With a good precision, repeatability and stability, short analysis time as well as superior specificity, the method will provide a scientific basis to evaluate and control the quality of *Acanthopanax Cortex*.

[**Key words**] *Acanthopanax Cortex*; syringin protocatechuic acid; chlorogenic acid; 4-methoxysalicylaldehyde; different area

五加皮为五加科植物细柱五加的干燥根皮,又名五茄、五花、豺漆、文章草等^[1-3],始载于《神农本草经》,其后历代本草均有记载。其性温,味辛、苦,无毒,具有祛风除湿、补益肝肾、强筋壮骨、利水消肿的功效,常用于风湿痹病、筋骨痿软、小儿行迟、体虚乏力、水肿、脚气^[4]。现代药理学研究表明,五加皮具有抗肿瘤^[5-7]、抗辐射变、抗衰老^[8]、调节免疫功能^[9-10]、保肝^[11]、减肥等作用。任晋等^[12]通过高效液相色谱法测定了五加皮中原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸的含量。李保军等^[13]建立了五加皮中主要化学成分紫丁香苷的定性鉴别和含量测定方法。谢欣辛等^[14-15]采用高效液相色谱-蒸发光散射(ELSD)检测法测定了五加皮中异贝壳杉烯酸的含量。现行的几种化学成分表征中药质量的质控方法,难以全面表征中药材化学成分群的整体性和复杂性^[16],而中药指纹图谱则是在中药化学成分系统研究基础上的一种可量化的综合鉴定手段,其广泛应用于中药材及中药制剂半成品的质量控制与评价^[17-21]。在已有对五加皮指纹图谱的研究中,具有分析时间长,灵敏度低,药材产地来源少等不足。本研究收集了 20 批五加皮样品,采用 UPLC 法建立了五加皮药材的指纹图谱,大大缩短了分析时间。本实验对不同产地五加皮药材进行比较研究,明确了各产地五加皮药材的质量,为五加皮药材质量控制及人工种植优选品种提供参考。

1 材料

ACQUITY 型超高效液相色谱仪(四元高压泵系统,自动进样器,在线脱气系统,二极管阵列检测器,Empower3 色谱工作站,美国 Waters 公司);ME235P 型 1/10 万电子分析天平(德国 Sartorius 公司);UPT-I-60L 型优普系列超纯水机(成都超纯科技有限公司);DHG-9140AS 型电热恒温鼓风干燥箱(宁波江南仪器厂);GAOKE 型旋转蒸发仪(巩义市英峪高科仪器厂);CS-1000A 型高速多功能粉碎机(辰禾盛丰工贸有限公司)。

4-甲氧基水杨醛、原儿茶酸、绿原酸对照品(中国食品药品检定研究院,批号分别为 110790-201605,110809-201205,110753-201716,纯度分别为

99.2%,99.9%,99.3%);紫丁香苷对照品(上海安奈德化学技术中心,批号 16060805,纯度>98%);乙腈为色谱纯,水为超纯水,其他试剂均为分析纯。五加皮样品来源于该药材主产地湖北、河南、浙江、陕西、四川等地,产地见表 1。经河北北方学院中药研究所马淑兰教授鉴定为细柱五加 *Acanthopanax gracilistulus* 的干燥根皮,五加皮药材于电热恒温鼓风干燥箱中干燥后,中药粉碎机粉碎,过 50 目筛,备用。

表 1 五加皮药材来源
Table 1 Source of *Acanthopanax Cortex*

编号	产地	编号	产地
S1	山西	S11	湖南崇山
S2	四川	S12	吉林
S3	湖北 1	S13	河南焦作
S4	浙江	S14	江西
S5	贵州	S15	河北安国 1
S6	陕西	S16	河南
S7	福建	S17	河北
S8	湖南 1	S18	河北安国 2
S9	湖南 2	S19	广东
S10	云南	S20	湖北 2

2 方法与结果

- 2.1 色谱条件** Waters BEH C₁₈ 色谱柱(2.1 mm × 100 mm,1.7 μm);流动相乙腈(A)-0.1% 冰乙酸水溶液(B)梯度洗脱(0~3.5 min,95%~85% B;3.5~7 min,85%~75% B;7~10 min,75%~60% B;10~12 min,60%~30% B);检测波长 282 nm;流速 0.3 mL·min⁻¹;柱温 25 ℃;进样量 2 μL。
- 2.2 对照品溶液的制备** 精密称取原儿茶酸、绿原酸、紫丁香苷和 4-甲氧基水杨醛对照品各适量,用 20% 乙醇溶解并稀释成质量浓度分别为 1.24,1.22,1.24,1.24 g·L⁻¹ 的溶液,作为储备液,备用。
- 2.3 供试品溶液的制备** 精密称定各产地五加皮粉末约 1.0 g,置于圆底烧瓶中,加入 80% 乙醇 10 mL,加热回流提取 2 次,每次 60 min,合并上清

液,旋转蒸发至干燥,再用 20% 乙醇 10 mL 溶解,备用。

2.4 方法学考察

2.4.1 精密度试验 精密称取湖北产五加皮药材粉末 1 g,按 2.3 项下方法制备供试品溶液,然后按 2.1 项下色谱条件连续进样 6 次。以紫丁香苷的保留时间和峰面积为参照,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积。结果表明,各共有峰的相对峰面积 RSD 均 < 3.0%,相对保留时间 RSD < 1.0%,仪器具有良好的精密度。

2.4.2 稳定性试验 称取湖北产五加皮粉末 1 g,精密称定,按 2.3 项下方法制备供试品溶液,分别在 0,3,6,9,12,15 h 注入液相色谱仪,按 2.1 项下色谱条件测定。以紫丁香苷的保留时间和峰面积为参照,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,结果表明,各共有峰的相对峰面积 RSD 均 < 3.0%,相对保留时间 RSD 均 < 1.0%,供试品溶液在室温条件下 15 h 内稳定。

2.4.3 重复性试验 精密称取 6 份同一产地五加皮药材粉末 1 g,按 2.3 项下方法制备供试品溶液,依次注入超高效液相色谱仪,按 2.1 项下色谱条件测定,进行重复性考察。以紫丁香苷的保留时间和峰面积为参照,计算各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,结果表明,各共有峰的相对峰面积 RSD 均 < 5.0%,相对保留时间 RSD 均 < 1.0%,说明该方法的重复性良好。

2.5 五加皮指纹图谱的建立

2.5.1 共有指纹峰的标定及参照峰的选择 称取 20 批不同产地的五加皮粉末各约 1.0 g,精密称定,按 2.3 项下方法平行制备供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件进样测定,提取各产地五加皮 282 nm 处的色谱图,将 20 批样品的指纹图谱依次导入国家药典委员会颁布的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件(2012 版)》,生成指纹图谱共有模式和对照指纹图谱,标定共有峰 12 个,见图 1,2。精密吸取混合对照品溶液进行测定,通过与对照品保留时间比对,指认了指纹图谱 12 个共有峰中的原儿茶酸(1 号峰),绿原酸(3 号峰),紫丁香苷(4 号峰),4-甲氧基水杨醛(12 号峰),见图 3。4 号峰紫丁香苷峰形好,峰面积稳定,分离度较好,且为五加皮中主要药理活性成分之一,故选定为 UPLC 特征图谱的参照峰(S),其保留时间和峰面积为 1,计算其他各共有峰的相对保留时间和相对峰面积,结果见表 2,3。

2.5.2 指纹图谱相似度评价 采用国家药典委员

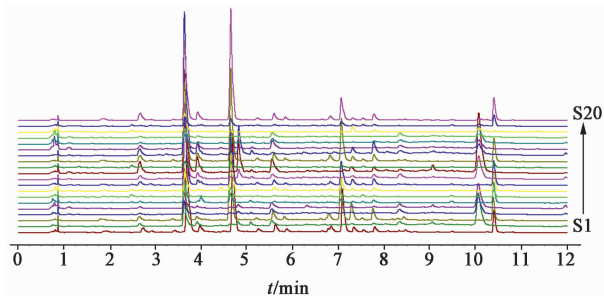


图 1 五加皮样品 UPLC 指纹谱
Fig.1 UPLC fingerprints of Acanthopanax Cortex

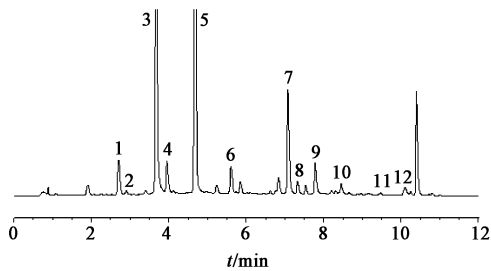
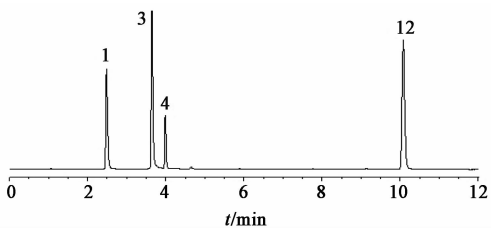


图 2 五加皮 UPLC 对照指纹谱
Fig.2 Reference fingerprint of Acanthopanax Cortex



1. 原儿茶酸;3. 绿原酸;4. 紫丁香苷;12. 4-甲氧基水杨醛
图 3 混合对照品 UPLC
Fig.3 Reference chromatogram of mixed standard

会颁布的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件(2012 版)》对 20 批五加皮的指纹图谱进行相似性分析,采用湖北产五加皮样品的色谱图(S20)作为相似度计算时校正的参照图谱;时间窗宽度设定 0.10 min;校正方式中位数矢量。多点校正后自动匹配生成五加皮指纹图谱见图 1,对照指纹图谱见图 2。相似度分析结果显示,13 批样品的相似度在 0.800~0.924,其余 7 批相似度 < 0.800,说明不同产地间的五加皮具有一定的差异性。20 批五加皮样品的相似度见表 4。

2.5.3 聚类分析 以所测 20 批五加皮样品中标定的共有峰峰面积为变量,运用 SPSS 21.0 数据统计软件进行聚类分析,采用组间联接法,利用欧氏距离作为样品测度,标准化数据选择全距从 0~1,见图 4。结果表明,20 批五加皮样品被分为 4 类,S1,S3,S9,S13,S20 聚为一类,S11 单独为一类,S14 单独为

表 2 20 批五加皮指纹图谱共有峰相对保留时间

Table 2 Relative retention times of common peaks of 20 batches Acanthopanax Cortex

编号	峰 1	峰 2	峰 3	峰 5	峰 6	峰 7	峰 8	峰 9	峰 10	峰 11	峰 12
S1	0. 687	0. 748	0. 928	1. 168	1. 415	1. 777	1. 846	1. 961	2. 093	2. 305	2. 541
S2	0. 680	0. 784	0. 928	1. 191	1. 418	1. 803	1. 869	1. 984	2. 132	2. 370	2. 573
S3	0. 680	0. 781	0. 928	1. 190	1. 427	1. 815	1. 865	1. 985	2. 122	2. 339	2. 581
S4	0. 680	0. 789	0. 929	1. 194	1. 419	1. 805	1. 864	1. 986	2. 132	2. 370	2. 573
S5	0. 680	0. 786	0. 929	1. 187	1. 418	1. 806	1. 860	1. 986	2. 132	2. 371	2. 573
S6	0. 667	0. 768	0. 911	1. 161	1. 399	1. 772	1. 827	1. 943	2. 074	2. 292	2. 519
S7	0. 682	0. 783	0. 929	1. 179	1. 423	1. 786	1. 859	1. 978	2. 111	2. 332	2. 565
S8	0. 680	0. 783	0. 929	1. 179	1. 423	1. 792	1. 859	1. 978	2. 114	2. 331	2. 565
S9	0. 680	0. 782	0. 928	1. 188	1. 424	1. 788	1. 860	1. 979	2. 115	2. 330	2. 567
S10	0. 681	0. 785	0. 928	1. 178	1. 416	1. 798	1. 861	1. 981	2. 127	2. 365	2. 566
S11	0. 680	0. 786	0. 928	1. 184	1. 418	1. 805	1. 859	1. 984	2. 132	2. 370	2. 571
S12	0. 680	0. 783	0. 928	1. 191	1. 424	1. 804	1. 861	1. 980	2. 113	2. 337	2. 564
S13	0. 680	0. 783	0. 928	1. 183	1. 426	1. 803	1. 864	1. 983	2. 119	2. 335	2. 576
S14	0. 680	0. 783	0. 928	1. 183	1. 417	1. 793	1. 864	1. 982	2. 128	2. 368	2. 568
S15	0. 680	0. 785	0. 928	1. 186	1. 417	1. 797	1. 861	1. 981	2. 127	2. 366	2. 565
S16	0. 680	0. 788	0. 929	1. 189	1. 416	1. 788	1. 860	1. 980	2. 126	2. 364	2. 565
S17	0. 680	0. 787	0. 929	1. 181	1. 415	1. 791	1. 857	1. 983	2. 124	2. 364	2. 563
S18	0. 679	0. 760	0. 928	1. 177	1. 429	1. 805	1. 862	1. 982	2. 107	2. 335	2. 566
S19	0. 668	0. 767	0. 911	1. 168	1. 398	1. 761	1. 826	1. 943	2. 075	2. 299	2. 516
S20	0. 681	0. 761	0. 928	1. 179	1. 425	1. 800	1. 862	1. 981	2. 117	2. 334	2. 565

注:峰 4 均为 1. 000。表 3 同。

表 3 20 批五加皮指纹图谱共有峰相对峰面积

Table 3 Relative peak areas of common peaks of 20 batches Acanthopanax Cortex

编号	峰 1	峰 2	峰 3	峰 5	峰 6	峰 7	峰 8	峰 9	峰 10	峰 11	峰 12
S1	0. 646	0. 125	8. 310	0. 326	1. 240	4. 206	0. 718	0. 934	0. 320	0. 264	0. 076
S2	0. 588	0. 146	3. 242	0. 336	1. 521	0. 669	0. 678	1. 132	1. 501	0. 907	7. 182
S3	1. 004	0. 132	9. 688	15. 979	2. 207	7. 142	3. 279	3. 022	0. 492	0. 551	0. 317
S4	0. 620	0. 216	3. 274	0. 830	2. 356	1. 032	0. 816	1. 352	2. 392	0. 744	6. 653
S5	0. 941	0. 370	3. 783	0. 607	2. 252	0. 330	1. 083	1. 179	2. 094	0. 643	8. 576
S6	0. 233	0. 086	2. 331	1. 124	0. 298	0. 530	0. 246	0. 416	0. 152	0. 078	0. 129
S7	0. 484	0. 149	3. 116	3. 150	0. 911	1. 274	0. 525	0. 630	0. 286	0. 134	0. 115
S8	0. 590	0. 146	4. 792	8. 225	1. 534	3. 580	0. 965	1. 318	0. 282	0. 289	0. 249
S9	0. 469	0. 089	6. 407	4. 715	0. 726	2. 280	0. 684	0. 956	0. 361	0. 180	0. 131
S10	0. 619	0. 181	8. 169	0. 406	0. 986	0. 491	0. 881	1. 028	1. 292	0. 708	4. 424
S11	0. 784	0. 075	4. 628	0. 171	1. 036	0. 214	0. 533	0. 467	0. 625	0. 244	4. 330
S12	0. 457	0. 153	2. 816	2. 808	1. 070	1. 316	0. 265	0. 545	0. 318	0. 051	0. 150
S13	0. 815	0. 151	7. 700	7. 941	1. 118	3. 926	0. 662	1. 078	0. 294	0. 203	0. 050
S14	0. 683	0. 161	9. 971	0. 417	0. 482	0. 585	0. 848	1. 538	1. 022	0. 791	1. 570
S15	0. 863	0. 177	3. 676	0. 216	1. 590	0. 474	0. 393	0. 721	1. 059	0. 435	1. 904
S16	0. 627	0. 209	2. 782	0. 682	2. 001	0. 843	1. 014	1. 694	2. 707	0. 920	6. 839
S17	0. 742	0. 235	2. 659	0. 348	2. 153	0. 753	0. 857	0. 902	2. 202	0. 747	2. 058
S18	0. 727	0. 501	9. 318	0. 962	0. 837	0. 261	2. 453	1. 474	0. 130	0. 336	2. 674
S19	0. 344	0. 212	2. 494	2. 143	0. 795	1. 482	0. 654	0. 787	0. 461	0. 169	0. 883
S20	0. 863	0. 016	7. 220	8. 866	0. 824	2. 054	0. 329	0. 842	0. 114	0. 118	0. 276

表 4 五加皮相似度评价

Table 4 Similarity result of Acanthopanax Cortex samples

编号	相似度	编号	相似度
S1	0.653	S11	0.825
S2	0.671	S12	0.800
S3	0.811	S13	0.882
S4	0.699	S14	0.863
S5	0.674	S15	0.825
S6	0.828	S16	0.667
S7	0.835	S17	0.702
S8	0.805	S18	0.865
S9	0.924	S19	0.818
S10	0.880	S20	0.860

一类,其余样品聚为一类,此结果与指纹图谱相似度分析结果相似。

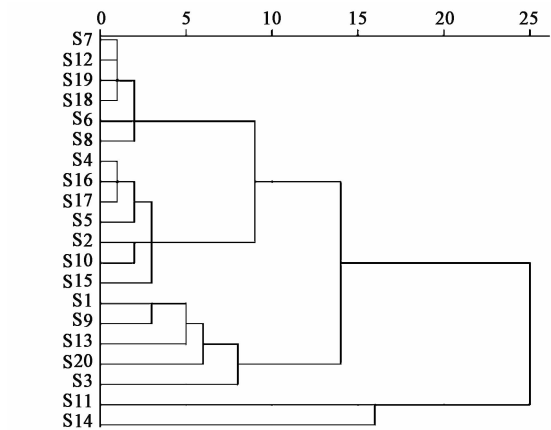


图 4 20 批五加皮的聚类分析
Fig. 4 Hierarchical cluster analysis based on 20 batches Acanthopanax Cortex

3 讨论

本实验广泛收集了具有地域代表性的五加皮药材,覆盖了多数五加皮产区,包括湖北、湖南、河南、四川、陕西等,从而保证了五加皮指纹图谱的广泛性。在进行波长的选择时,发现在 282 nm 检测波长下,吸收峰数量多,峰强度大,分离良好,能够表达五加皮药材中各成分的出峰情况,所以最后选择检测波长为 282 nm。在进行流动相的选择时,比较了乙腈-水,甲醇-水,乙腈-0.1% 磷酸水溶液,乙腈-0.1% 冰乙酸水溶液,乙腈-0.2% 冰乙酸水溶液等不同比例的流动相进行梯度洗脱时峰的分离度和峰形。发现乙腈-0.1% 冰乙酸水溶液为流动相时,各峰的分离度与峰形良好,色谱图基线稳定。

在供试品制备的过程中,比较了加热回流、微波

和超声 3 种提取方法。结果表明,使用加热回流提取,五加皮主要化学成分含量略高于其他方法。实验在前期单因素考察和正交试验的基础上,确定了供试品溶液的提取时间为 60 min,提取数 2 次,液料比为 10:1,发现使用 80% 乙醇作为提取溶剂时,较纯乙醇,60% 乙醇,水等溶剂的效果更理想。

本研究对五加皮药材 UPLC 指纹图谱进行了相似度评价和聚类分析,通过对比不同产地五加皮指纹图谱的相似度发现,20 批五加皮药材的 UPLC 指纹图谱相似度存在一定差异,说明不同产地五加皮药材受地域影响较大。

在药材市场上,五加皮与香加皮常被混用,但它们之间的化学成分与药理作用有较大差别,香加皮甚至有毒。为确保药材的准确性,应制定合理的鉴别方法,以提高五加皮的质控水平。本实验建立的五加皮 UPLC 指纹图谱对保证其准确用药具有一定的参考价值。

本实验建立了一种快速、高效测定五加皮 UPLC 指纹图谱的方法,并进行了方法学验证,结果表明该方法精密度高、重复性好,操作简便,建立的特征指纹图谱专属性强,有利于确保五加皮质量的稳定、均一,可用于五加皮的质量控制。

[参考文献]

[1] 井月娥,杨晓丹,卢芳. 五加皮的本草考证[J]. 山东中医药大学学报,2015,39(4):350-352.

[2] 张正光,黄厚才,钱士辉. 细柱五加果实提取物对免疫抑制小鼠的免疫调节作用[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):240-243.

[3] 王宁.《神农本草经》中五加皮再考[J]. 中药材,2012,35(8):1347-1349.

[4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:66.

[5] SHAN B E, FU X M, HUA Z X, et al. Study on mechanism of the anti-tumor activity of *Acanthopanax Gracilistylus* [J]. World J Integr Tradit West Med,2005, 25(9):825-828.

[6] SPELMAN K, BURNS J, NICHOLS D, et al. Modulation of cytokine expression by traditional medicines: A review of herbal immunomodulators[J]. Altern Med Rev,2006, 11(2):128-150.

[7] 刘芳,杨翠军,孙黎,等. 五加皮多糖对人宫颈癌 HeLa 细胞凋亡作用的研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(5):1178-1179.

[8] ZAŁUSKI D, OLECH M, KUC NIEWSKI R, et al. LC-ESI-MS/MS profiling of phenolics from *Eleutherococcus*

spp. inflorescences, structure-activity relationship as antioxidants, inhibitors of hyaluronidase and acetylcholinesterase[J]. Saudi Pharm J, 2017, 25 (5) : 734-743.

[9] WU Z Y, ZHANG Y B, ZHU K K, et al. Anti-inflammatory diterpenoids from the root bark of *Acanthopanax gracilistylus* [J]. J Nat Prod, 2014, 77 (11) :2342-2351.

[10] ZHANG B X, LI N, ZHANG Z P, et al. Protective effect of *Acanthopanax gracilistylus*-extracted acankoreanogenin A on mice with fulminant hepatitis [J]. Int Immunopharmacol, 2011, 11 (8) :1018-1023.

[11] 叶婉婷, 王莹莹, 胡园, 等. 南五加皮煎剂对小白鼠四氯化碳急性肝损伤的保护作用[J]. 湖北科技学院学报:医学版, 2014, 28 (1) :4-6.

[12] 任晋, 廖娴, 谢镇山, 等. HPLC 法测定刺五加、五加皮与红毛五加皮中 3 种成分的含量[J]. 广东药学院学报, 2015, 31 (5) :602-606.

[13] 李保军, 徐淑媛, 单平阳, 等. 五加皮中紫丁香苷的定性定量研究[J]. 中南药学, 2014, 12 (11) :1128-1131.

[14] 谢欣辛, 程志红, 陈道峰. 五加皮的薄层鉴别和异贝壳杉烯酸的含量测定[J]. 时珍国医国药, 2013, 24 (10) :2425-2427.

[15] XIE X X, JIANG Z J, CHENG Z H, et al. Preparative separation and quantitative determination of two kaurenoic acid isomers in root barks of *Acanthopanax gracilistylus* [J]. Chin J Nat Med, 2017, 15 (8) : 625-630.

[16] 杜静, 王莹. 宣肺止咳合剂的高效液相指纹图谱[J]. 中国医院药学杂志, 2017, 37 (14) :1365-1369.

[17] 张慧, 陈燕, 汪佳楠, 等. 指纹图谱技术在中药配方颗粒质量评价及过程控制中的应用[J]. 中国中药杂志, 2018, 43 (19) :3822-3827.

[18] 刘爱朋, 郭利霄, 薛紫鲸, 等. 基于指纹图谱和多组分含量测定的蒲公英药材质量控制研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43 (18) :3715-3721.

[19] YU F, KONG L, ZOU H, et al. Progress on the screening and analysis of bioactive compounds in traditional Chinese medicines by biological fingerprinting analysis [J]. Comb Chem High T Scr, 2010, 13 (10) :855-868.

[20] CUI J X, HONG W X, ZHOU R J. Feature extraction of Chinese materia medica fingerprint based on star plot representation of multivariate data[J]. Chin Herb Med, 2011, 3 (2) :140-143.

[21] 景晓琦, 陈彤垚, 张福生, 等. 不同商品等级远志药材的 HPLC 指纹图谱分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24 (24) :31-37.

[责任编辑 顾雪竹]