

透骨草药材 UPLC 指纹图谱研究

常 安¹, 王维宁², 杨燕云¹, 许 亮¹, 崔 璐¹, 康廷国^{1*}

1. 辽宁中医药大学药学院, 辽宁 大连 116600

2. 辽宁省药品检验检测院, 辽宁 沈阳 110036

摘要: 目的 建立透骨草药材来源中狭山野豌豆 *Vicia amoena* 超高效液相色谱 (UPLC) 指纹图谱, 并与其余 5 种来源品种进行比较, 为透骨草药材质量控制提供参考依据。方法 用 Eclipse Plus C₁₈ RRHD (50 mm×2.1 mm, 1.8 μm) 色谱柱, 以乙腈-0.1%甲酸溶液为流动相梯度洗脱, 体积流量 0.2 mL/min; 柱温 30 °C; 检测波长 340 nm。测定 10 个不同产地狭山野豌豆指纹图谱, 采用中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2004A 版) 计算相似度, 并用对照品和液质联用技术指认色谱峰; 同条件下比较鉴别透骨草药材其他 5 种来源品种。结果 建立了狭山野豌豆指纹图谱, 采用超高效液相色谱-电喷雾-四级杆-飞行时间串联质谱仪 (UPLC-ESI-Q-TOF-MS) 对 14 个共有峰中的 6 个峰进行初步归属, 确定为绿原酸、杨梅苷、金丝桃苷、异槲皮苷、山柰苷、槲皮苷; 透骨草药材其他 5 种来源品种与狭山野豌豆指纹图谱的共有模式明显不同。结论 该方法重现性好、特征性强, 可用于透骨草药材全面质量评价。

关键词: 透骨草; 狭山野豌豆; UPLC; 指纹图谱; 绿原酸; 杨梅苷; 金丝桃苷; 异槲皮苷; 山柰苷; 槲皮苷

中图分类号: R286.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)05-0832-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.05.025

UPLC fingerprint of *Viciae Amoenae Herba*

CHANG An¹, WANG Wei-ning², YANG Yan-yun¹, XU Liang¹, CUI Lu¹, KANG Ting-guo¹

1. School of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, China

2. Liaoning Institute for Drug Control, Shenyang 110036, China

Abstract: Objective To establish the ultra performance liquid chromatography (UPLC) fingerprint of *Vicia amoena* var. *angusta* and compare the other five different origin varieties of *Viciae Amoenae Herba* in order to evaluate the quality of the preparation. **Methods** Eclipse Plus C₁₈ RRHD column (50 mm × 2.1 mm, 1.8 μm) were used with acetonitrile (B) and 0.1% formic acid aqueous solution (A) in gradient elution mode at a flow rate of 0.2 mL/min. The detection wavelength was set at 340 nm and the column was 30 °C. The fingerprints for *V. amoena* var. *angusta* from 10 different areas were set up, the similarity assay for *V. amoena* var. *angusta* from ten different areas was carried out to evaluate their quality by *Chinese Materia Medica (CMM) Fingerprint Similarity Evaluation System* (2004A edition), and the peaks were identified by comparing the reference substance with LC-MS/MS; While the other origins of five kinds of varieties of *Viciae Amoenae Herba* were compared and identified in the same condition. **Results** UPLC fingerprints for *V. amoena* var. *angusta* were established, six chromatographic peaks among 15 common peaks were identified by UPLC-ESI-Q-TOF-MS and be intended to be chlorogenic acid, myricitrin, hyperoside, isoquercitrin, kaempferit-rin, and quercitrin. UPLC fingerprint mutual pattern of other five kinds of origins varieties of *Viciae Amoenae Herba* and *V. amoena* var. *angusta* had obvious differences. **Conclusion** This method is simple, rapid, stable, and reproducble, and could be used for the full quality evaluation of *Viciae Amoenae Herba*.

Key words: *Viciae Amoenae Herba*; *Vicia amoena* Fisch. var. *angusta* Freyn; UPLC; fingerprint; chlorogenic acid; myricitrin; hyperoside; isoquercitrin; kaempferit-rin; quercitrin

透骨草 *Viciae Amoenae Herba* 为中医外科较常用药, 始见于《救荒本草》。其功效祛风除湿、活血止痛, 临床上用于湿疼痛、疮疡肿毒等^[1]。《中国药典》2010 年版附录中规定透骨草来源为豆科植物狭

山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch. var. *angusta* Freyn、山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch.、假香野豌豆 *Vicia pseudo-orobus* Fisch. et Mey、广布野豌豆 *Vicia cracca* L. 或毛山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch. var. *sericea*

收稿日期: 2015-09-16

基金项目: 辽宁省中药资源普查-公益性行业科研专项 (201407002); 辽宁省“十二五”规划“辽宁省中药材标准”编写项目

作者简介: 常 安 (1989—), 女, 在读硕士, 研究方向为中药鉴定。Tel: 15140269906 E-mail: changan0225@163.com

*通信作者 康廷国, 教授, 博士生导师, 从事中药鉴定与品质评价。Tel: (0411)87586018 E-mail: kangtg@lnutcm.edu.cn

Kitag. 的干燥地上部分^[2]。《黑龙江省中药材标准》中收录了黑龙江野豌豆 *Vicia amurensis* Oett.^[3]。透骨草品种混乱,同名异物现象严重^[4-5],通过辽宁省中药资源普查发现辽宁地区市场上流通的透骨草药材正品主要以狭山野豌豆居多、加之主要存在歪头菜、北野豌豆等伪品,凤仙花、地构叶、黄花铁线莲等替代品。蔡少青等^[6]对 8 种透骨草进行研究发现,其化学成分不同,功效也有差异。因此,确保透骨草临床用药安全有效,提升透骨草的质量控制方法是十分必要的。中药及指纹图谱是一种综合的、可量化的鉴别手段,克服了依赖部分指标成分鉴定中药制剂质量的局限性,能够较全面地反映药材的化学成分及特征,可用于中药材一致性评价及整体质量控制^[7]。目前关于透骨草的研究报道较少,为了全面评价透骨草的质量并确保临床用药的安全有效,本实验首次应用 UPLC 建立 10 批不同产地狭山野豌豆的指纹图谱,利用 UPLC-ESI-Q-TOF-MS 指认其色谱峰,在数据化处理的基础上,结合相似度评价的方法,比较和鉴别透骨草药材其余 5 种来源品种,以反映不同来源的样品化学成分的变化,为透骨草药材的质量控制提供理论依据以及为《中国药典》透骨草药材统一标准的建立奠定基础。

1 仪器与材料

Agilent UPLC (Agilent 1290 Infinity 系统,包括二极阵列检测器、色谱柱温箱、自动进样器、在线脱气机、二元高压梯度泵);四级杆-飞行时间质谱仪 (Agilent 6560 Q-TOF),配有 ESI 电离源接口;HH-4 数显恒温水浴锅 (上海蓝凯仪器仪表有限公司);ACCULAB ALC-11C 4 型电子天平 (德国赛多利斯集团);DFT-200 型粉碎机 (温岭市林大机械有限公司)。

对照品槲皮苷 (批号 111538-200504)、金丝桃苷 (批号 111521-201406)、杨梅苷 (批号 111860-201102)、绿原酸 (批号 110753-201314)、异槲皮苷 (批号 111809-201403)、山柰苷 (批号 111775-200701) 均购于中国食品药品检定研究院。乙腈、甲酸 (色谱纯,德国 Merck 公司);纯净水 (杭州娃哈哈集团有限公司),其他试剂 (分析纯)。

透骨草药材均自采,经辽宁省食品药品检验检测院王维宁教授鉴定为豆科植物狭山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch. var. *angusta* Freyn、山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch.、假香野豌豆 *Vicia pseudo-orobus* Fisch. et Mey.、广布野豌豆 *Vicia cracca* L.、毛山野豌豆 *Vicia amoena* Fisch. var. *sericea* Kitag.、黑龙江野豌豆 *Vicia amurensis* Oett. 的干燥地上部分。样品信息见表 1。

表 1 透骨草样品信息

Table 1 Sample information of *Viciae Amoena* Herba

编号	名称	产地	采集时间
S1	狭山野豌豆	朝阳县木头城子	2013-07-31
S2	狭山野豌豆	朝阳市建平县	2013-08-01
S3	狭山野豌豆	大连市长兴岛	2013-08-15
S4	狭山野豌豆	营口鲅鱼圈小河子村	2013-07-15
S5	狭山野豌豆	营口市大石桥	2013-07-16
S6	狭山野豌豆	千山彭家岭路边荒地	2013-07-20
S7	狭山野豌豆	辽阳县下达河乡大牛岭村	2013-07-31
S8	狭山野豌豆	岫岩县偏岭镇王家堡子村	2013-08-08
S9	狭山野豌豆	抚顺县三块石	2013-07-18
S10	狭山野豌豆	辽阳县榆树屯路旁	2013-07-31
S11	山野豌豆	抚顺市高湾区王爱水库	2013-07-08
S12	山野豌豆	西丰县钓鱼乡吉川屯	2014-07-05
S13	山野豌豆	抚顺县三块石	2013-07-09
S14	假香野豌豆	棋盘山经济技术开发区	2013-07-08
S15	假香野豌豆	抚顺县三块石佟村	2013-07-17
S16	假香野豌豆	新宾县南杂木镇	2013-07-18
S17	广布野豌豆	抚顺县马圈子天女栏沟	2013-07-07
S18	广布野豌豆	新宾县南杂木镇	2013-07-18
S19	广布野豌豆	本溪市本溪县温泉寺	2014-06-10
S20	毛山野豌豆	阜新蒙古族自治县	2013-08-07
S21	毛山野豌豆	阜新市彰武县阿尔乡	2013-08-08
S22	毛山野豌豆	西丰县钓鱼乡	2014-08-08
S23	黑龙江野豌豆	新宾县南杂木镇	2013-07-18
S24	黑龙江野豌豆	抚顺马圈子天女栏沟	2013-07-17
S25	黑龙江野豌豆	西丰县宝兴水库	2014-07-10

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: Eclipse Plus C₁₈ RRHD (50 mm×2.1 mm, 1.8 μm); 流动相: 0.1%甲酸水溶液 (A)-乙腈 (B) 梯度洗脱 (洗脱程序为 0~7 min, 5%~10% B, 7~11 min, 10%~13% B, 11~20 min, 12%~13% B, 20~25 min, 12%~19% B, 25~32 min, 19%~26% B), 检测波长 340 nm, 柱温 30 ℃, 体积流量 0.2 mL/min, 进样量 2 μL。

2.2 质谱条件

采用 ESI 离子源, 负离子模式下分别采集数据。离子源参数: 毛细管电压: 3 500 V, 毛细管电流: 5.834 μA; 干燥气温度: 225 ℃, 干燥气体积流量: 13 L/min, 雾化器压力: 206.85 kPa (30 psi), 鞘气温度: 400 ℃, 鞘气体积流量: 12 L/min; 碎裂电压: 365 V, 质量扫描范围 m/z 100~1 500。

2.3 对照品溶液制备

精密称定对照品绿原酸、杨梅苷、金丝桃苷、异槲皮苷、山柰苷、槲皮苷适量, 加入甲醇分别制备含 0.020、0.055、0.037、0.063、0.078、0.109 mg/L 的混合对照品溶液。

2.4 供试品溶液制备

取样品粉末 (过 40 目筛) 约 1 g, 精密称定, 置于 150 mL 圆底烧瓶中, 加入 70% 甲醇 80 mL, 回流 2 h, 提取液回收甲醇蒸干, 残渣加 70% 甲醇转移至 10 mL 量瓶中, 定容至刻度, 摇匀, 用 0.22 μm 微孔滤膜滤过, 即得供试品溶液。

2.5 方法学考察

2.5.1 精密度考察 取同一份 (S1) 供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件连续进样 6 次, 计算各主要共有峰的相对保留时间的 $RSD < 1.06\%$, 各主要共有峰的相对峰面积的 $RSD < 2.1\%$, 表明仪器精密度良好, 符合指纹图谱的技术要求。

2.5.2 稳定性考察 取同一份 (S1) 供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件, 分别于 0、2、4、8、12、24 h 进样检测, 各主要色谱峰的相对保留时间的 $RSD < 1.15\%$, 各主要共有峰的相对峰面积的 $RSD < 2.3\%$, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.5.3 重复性考察 取同一批样品 (S1) 共 6 份, 按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下方法分别进样检测, 各主要色谱峰的相对保留时间的 $RSD < 1.22\%$, 各主要共有峰的相对峰面积的 $RSD < 2.4\%$, 表明该方法重复性良好。

2.6 指纹图谱的建立及相似度分析

2.6.1 指纹图谱的建立 取 10 批不同产地的狭山野豌豆样品, 按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项色谱条件分别进样检测, 记录色谱图, 共获得 14 个共有峰。使用《中药色谱特征图谱相似度评价系统软件》2004 版 (A) 对 10 个不同产地狭山野豌豆药材的实验数据采用中位数法生成对照图谱, 得到 10 批狭山野豌豆药材特征图谱, 见图 1。

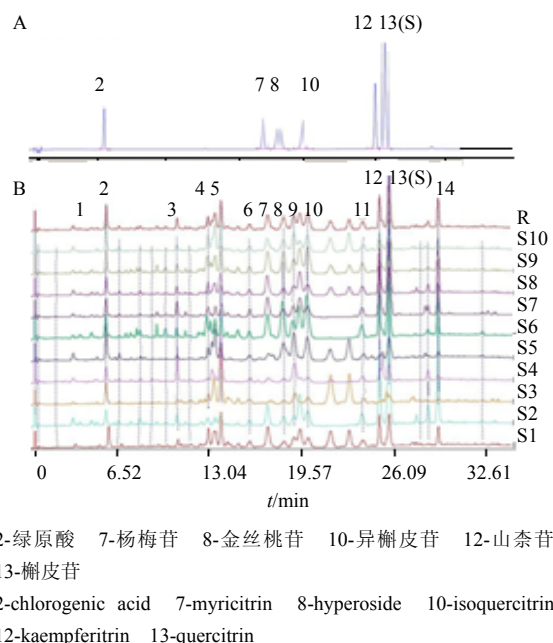


图 1 混合对照品 (A) 和 10 批狭山野豌豆 (B) 的 UPLC 指纹图谱以及对照指纹图谱 (R)

Fig. 1 UPLC fingerprints of mixture reference substances (A), 10 batches of *V. amoena* var. *angusta* (B), and reference fingerprint (R)

2.6.2 参比峰的选择 在各批次样品色谱图中 13 号峰 (槲皮苷) 分离良好, 峰形稳定, 峰面积较大且为所有样品共有, 所以确定 13 号峰为参比峰 (S), 相对保留时间和相对峰面积见表 2 和 3。

2.6.3 部分特征峰的指认 为进一步确认狭山野豌豆特征峰的化学信息, 采用 UPLC-ESI-Q-TOF-MS 对 14 个共有峰中的 6 个色谱峰进行了指认, 通过查阅文献数据^[8-13]及与对照品对照, 分别鉴定为绿原酸 (2 号峰)、杨梅苷 (7 号峰)、金丝桃苷 (8 号峰)、异槲皮苷 (10 号峰)、山柰苷 (12 号峰)、槲皮苷 (13 号峰)。结果见表 4。

2.6.4 相似度评价 根据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》版 (2004 A),

表 2 10 批狭山野豌豆指纹图谱中共有峰的相对保留时间

Table 2 Relative retention time of common peaks in fingerprint spectra of 10 batches of *V. amoena* var. *angusta*

峰号	相对保留时间									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
2	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
3	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.42	0.41
4	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
5	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.53	0.54	0.54
6	0.62	0.62	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	0.62	0.62
7	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.66	0.66	0.67	0.66
8	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
9	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
10	0.78	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77
11	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
12	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.14	1.14	1.14	1.13	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13

表 3 10 批狭山野豌豆指纹图谱中共有峰的相对峰面积

Table 3 Relative peak areas of common peaks in fingerprint spectra of 10 batches of *V. amoena* var. *angusta*

编号	相对峰面积									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	0.07	0.03	0.09	0.16	0.21	0.02	0.05	0.06	0.03	0.10
2	0.44	0.09	1.09	0.79	1.21	0.19	0.25	0.17	0.25	0.81
3	0.14	0.06	0.25	1.43	0.11	0.07	0.19	0.07	0.08	0.13
4	0.38	0.05	0.44	0.25	0.23	0.17	0.20	0.15	0.22	0.37
5	0.79	0.09	3.24	2.96	0.53	0.15	0.20	0.26	0.30	0.69
6	0.23	0.04	0.50	0.33	0.26	0.07	0.14	0.08	0.11	0.25
7	0.90	0.19	0.42	0.51	0.31	0.35	0.44	0.36	0.48	0.47
8	0.26	0.10	0.36	0.40	1.38	0.47	0.22	0.13	0.44	0.76
9	0.44	0.09	1.30	1.73	1.74	0.21	0.27	0.17	0.26	1.00
10	0.45	0.19	0.75	0.62	1.55	0.70	0.33	0.24	0.63	0.94
11	0.30	0.12	0.41	0.48	0.32	0.16	0.21	0.16	0.19	0.31
12	0.73	0.45	0.56	0.59	0.30	0.37	0.83	0.52	0.47	0.45
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	0.41	0.53	0.15	0.29	0.20	0.26	0.43	0.50	0.29	0.32

表 4 狭山野豌豆指纹图谱中共有峰的指认

Table 4 Identification of common peaks in fingerprint spectra of *V. amoena* var. *angusta*

峰号	保留时间/min	准分子离子峰 $[M+H]^+$	分子式	化合物
2	6.011	353.087 9	$C_{16}H_{18}O_9$	绿原酸
7	17.298	463.088 2	$C_{21}H_{20}O_{12}$	杨梅苷
8	18.427	463.088 9	$C_{21}H_{20}O_{12}$	金丝桃苷
10	20.139	463.088 8	$C_{21}H_{20}O_{12}$	异槲皮苷
12	24.480	577.156 6	$C_{27}H_{30}O_{14}$	山柰苷
13	25.154	447.092 7	$C_{21}H_{20}O_{11}$	槲皮苷

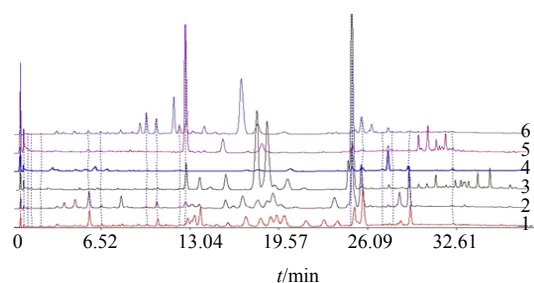
对 10 批狭山野豌豆药材的进行相似度计算。结果表明, 10 批样品 S1~S10 与对照图谱的相似度依次为 0.927、0.986、0.819、0.793、0.786、0.933、0.973、0.980、0.945、0.915。由此可知, S1、S2、S6、S7、S8、S9、S10 相似度均>0.9, 说明各产地的药材具有较高的均一性, 相似度良好。但 S3 (大连长兴岛)、S4 (营口鲅鱼圈)、S5 (营口大石桥) 3 个产地狭山野豌豆相似度低于 0.9。S3、S4、

S5 主要生长在辽宁省南部地区, 为沿海城市, 环境偏潮湿, 可能是引起相似度低的主要原因。这表明不同产地狭山野豌豆药材存在差异, 但是其质量具有一致性。物种的物侯期不同, 当地气温、地理位置等生态环境不同都可能会直接影响药材质量。

2.7 透骨草其余 5 种来源品种比较研究

本实验在对狭山野豌豆 UPLC 指纹图谱研究的基

基础上,对透骨草其他 5 种来源的山野豌豆(S11~S13)、假香野豌豆(S14~S16)、广布野豌豆(S17~S19)、毛山野豌豆(S20~S22)、黑龙江野豌豆(S23~S25)按照“2.4”项的供试品溶液制备方法和“2.1”项检测方法分别进样测定,通过相似度软件,得到 5 种野豌豆的 UPLC 共有模式图。以 10 批狭山野豌豆的共有模式为基准,计算狭山野豌豆与山野豌豆、假香野豌豆、广布野豌豆、黑龙江野豌豆、毛山野豌豆共有模式的相似度,结果分别为 0.689、0.730、0.449、0.247、0.559、0.464。从图 2 可以看出,狭山野豌豆与山野豌豆、毛山野豌豆的 HPLC 图谱共有模式在色谱峰的峰形、主要峰的相对保留时间和相对峰面积存在相似,而与假香野豌豆、广布野豌豆、黑龙江野豌豆存在较大差异。



1-狭山野豌豆 2-山野豌豆 3-假香野豌豆 4-广布野豌豆
5-黑龙江野豌豆 6-毛山野豌豆
1-*V. amoena* var. *angust* 2-*V. amoena* 3-*V. pseudorobus* 4-*V. cracca* 5-*V. amurensis* 6-*V. amoena* Fisch. var. *sericea*

图 2 透骨草 5 种来源样品与狭山野豌豆 UPLC 图共有模式的比较

Fig. 2 Comparison on mutual pattern of UPLC between five different species from *Vicia* L. and *V. amoena* var. *angusta*

3 讨论

本实验选择了甲醇-水、甲醇-0.1%甲酸溶液、乙腈-水、乙腈-0.1%甲酸水溶液为流动相梯度洗脱,结果表明以乙腈-0.1%甲酸水溶液为流动相进行梯度洗脱,各色谱峰的峰形和分离度均优于其他流动相系统。在最佳提取条件,采用 UPLC-DAD 检测分析发现,在 340 nm 波长处指纹峰较多,多数特征成分的响应值较大,而且基线较平稳,故选择 340 nm 作为指纹图谱检测波长。在供试品溶液制备方法中对提取溶剂(50%、60%、70%、80%甲醇)、溶剂用量(50、60、70、80、100 mL)、提取时间(0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h)和提取方法(回流法、超声法)进行考察,结果表明,采用 70%甲醇 80 mL,回流 2 h,为最佳提取方法。

狭山野豌豆、山野豌豆、假香野豌豆、广布野豌豆、毛山野豌豆和黑龙江野豌豆为同科同属植物,其鉴别和分类主要依赖于植物地上部形态特征,缺乏从实验数据中获取分类依据的方法。由于市场上药用狭山野豌豆居多,本实验建立了 10 批狭山野豌豆的 UPLC 指纹特征图谱,采用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》2004 版(A)对不同产地狭山野豌豆的 UPLC 指纹图谱进行相似度评价,确定了 14 个共有峰,首次采用 UPLC/Q-TOF-MS 对其中的 6 个共有峰进行了指认,并与透骨草药材其他 5 种来源品种进行 UPLC 图谱特征比较,有效地区分了狭山野豌豆、山野豌豆、假香野豌豆、广布野豌豆、毛山野豌豆和黑龙江野豌豆,对透骨草药材真伪、产地和品质的鉴别及质量控制研究具有重要意义,实验中发现透骨草药材与同属不同品种在化学组成和组分的相对量上存在差异,对于透骨草药材临床药理作用需要进一步实验研究。

参考文献

- [1] 中国医学科学院药物研究所. 中药志(第 1 册)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1961.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [3] 黑龙江省中药材标准 [S]. 2001.
- [4] 迟玉明, 阎文玫, 李家实. 透骨草的原植物及商品调查 [J]. 中国中药杂志, 1990, 15(5): 263-265.
- [5] 王璇, 蔡少青, 张玉华, 等. 中药透骨草的商品基源研究 [J]. 北京医科大学学报, 1997, 29(3): 241-242.
- [6] 蔡少青, 王璇. 常用中药材品种整理和质量研究(第 6 册)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2003.
- [7] 周建良, 齐炼文, 李萍关. 色谱指纹图谱在中药质量控制中的应用 [J]. 色谱, 2008, 26(2): 153-159.
- [8] 魏锋, 阎文玫. 山野豌豆黄酮类化学成分的研究 [J]. 药学报, 1997, 32(10): 765-768.
- [9] 张争争, 田栋, 邢婕, 等. 基于 UPLC 多指标测定比较不同来源款冬花药材的质量 [J]. 中草药, 2015, 46(15): 2296-2302.
- [10] 夏玮, 古丽加玛丽·阿比斯, 潘晨, 等. 腊梅花中黄酮类化合物的 UHPLC/QTOF-MS 分析 [J]. 中成药, 2014, 36(11): 2345-2349.
- [11] 宋建平, 许虎乙, 陈菲, 等. 罗布麻叶黄酮类成分的 UPLC-Q-TOF-MS 分析 [J]. 中药材, 2014, 37(7): 1199-1204.
- [12] 吴玲芳, 林深, 袁永兵, 等. 叶下珠指纹图谱及模式识别研究 [J]. 中草药, 2015, 46(4): 572-575.
- [13] 张永志, 佟玲, 李东翔, 等. 藿香正气滴丸 UFLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2015, 46(15): 2246-2250.