

# 地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量变异规律与优良种质筛选

吴小燕<sup>1</sup>, 方丽红<sup>2</sup>, 吕伟旗<sup>3</sup>, 应小飞<sup>1\*</sup>

(1. 丽水市中心医院, 浙江 丽水 323000;

2. 丽水市妇幼保健院, 浙江 丽水 323000; 3. 丽水市人民医院, 浙江 丽水 323000)

**[摘要]** **目的:**为地肤子质量控制与资源利用提供依据。**方法:**收集陕西、吉林、浙江、山东等 8 省 23 份地肤子种质资源,用 HPLC-ELSD 测定地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量,并分析其与产地、生长性状、生境因子间的相关性,用 SPSS 23.0 进行主成分分析与聚类分析,筛选优良种质。**结果:**HPLC-ELSD 检测地肤子皂苷 Ic 在 29.8 ~ 178.8 mg·L<sup>-1</sup>与峰面积线性关系良好,线性方程为  $Y = 3.8648X + 43.40$  ( $R^2 = 0.9998$ ),定量限为 5.79 mg·L<sup>-1</sup>,检测限为 2.36 mg·L<sup>-1</sup>;不同产地间地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ),供试样品地肤子皂苷 Ic 含量均满足 2015 年版《中国药典》规定的不低于 1.80% 的标准;产地、生长性状、生境因子影响地肤子皂苷 Ic 含量积累,地肤子皂苷 Ic 含量与株高、茎粗、叶长、叶宽、果实直径、经度呈负相关关系,与叶长宽比、海拔、纬度呈正相关关系,陕西、吉林、山东种质含量较高,湖南种质含量次之;供试性状可简化为 4 个主成分,累计贡献率达 95.831%;聚类分析可将 23 个地肤子种质划分为 4 个类群,其中类群 I 地肤子生长性状优良,类群 III 地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量较高。**结论:**该试验建立的 HPLC-ELSD 可快速检测地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量,操作简便,准确度高,重复性好,可用于地肤子药材质量评价;低经度、高纬度、高海拔地区栽培地肤子有利于地肤子皂苷 Ic 含量积累;地肤子良种选育可优先在陕西、浙江种质中选择。

**[关键词]** 地肤子; 地肤子皂苷 Ic; 变异规律; 优良种质

**[中图分类号]** R284.2;R289;R22;R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2019)06-0183-06

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.20190611

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20181204.1025.006.html>

**[网络出版时间]** 2018-12-05 16:58

## Variation Pattern Analysis of Momordin Ic Content and High-quality Germplasm Screening in Kochiae Fructus from Various Origins

WU Xiao-yan<sup>1</sup>, FANG Li-hong<sup>2</sup>, LYU Wei-qi<sup>3</sup>, YING Xiao-fei<sup>1\*</sup>

(1. Lishui Central Hospital, Lishui 323000, China;

2. Lishui Maternal and Child Health Hospital, Lishui 323000, China;

3. Lishui People's Hospital, Lishui 323000, China)

**[Abstract]** **Objective:** To provide evidence and lay a foundation for quality control and resources utilization of Kochiae Fructus. **Method:** A total of 23 samples of Kochiae Fructus were collected from the main distribution areas in China. Momordin Ic content was determined via HPLC-ELSD method, and its correlation with growth traits and habitat factors was analyzed using SPSS 23.0 software, as well as the principle component and clustering analysis. **Result:** Momordin Ic content had a benign linear relationship with HPLC-ELSD peak area within the range between 29.8 mg·L<sup>-1</sup> and 178.8 mg·L<sup>-1</sup> ( $R^2 = 0.9998$ ), with the quantitation limit at 5.79 mg·L<sup>-1</sup> and the detection limit at 2.36 mg·L<sup>-1</sup>. Significant differences ( $P < 0.01$ ) were found in momordin Ic contents among 23 Kochiae Fructus germplasms. According to momordin Ic content, all samples tested met

**[收稿日期]** 20180826(005)

**[基金项目]** 浙江省一流学科(中药学)开放基金项目(Ya2017001)

**[第一作者]** 吴小燕,主管药师,从事中药质量控制研究,E-mail:yqgwangyi@163.com

**[通信作者]** \*应小飞,副主任药师,从事中药资源评价与利用,Tel:0578-2292517,E-mail:aurora1027@126.com

the requirements in the *Chinese Pharmacopeia* published in 2015. Origin, growth traits, and habitat factors could impact momordin Ic content accumulation in Kochiae Fructus. Moreover, the content had a negative correlation with plant height, stem diameter, leaf length, leaf width, fruit diameter and longitude, and a positive correlation with ratio of length to width of leaves, altitude and latitude. Those from Shanxi, Jilin, and Shandong provinces had a higher momordin Ic content. The characters tested could be simplified to four principle components, and their cumulative contribution rate was 95.831%. Kochiae Fructus samples tested could be divided into four groups, and those from group I had superior growth traits, and those from group III had higher momordin Ic content.

**Conclusion:** The optimized HPLC-ELSD method for determining momordin Ic content of Kochiae Fructus is convenient, accurate and reproducible, and could be used to control the herbs quality. Those cultivated in a lower longitude, higher altitude, and higher latitude region could accumulate more momordin Ic content. More attention shall be paid to germplasm in Shanxi and Zhejiang with superior resources screening of Kochiae Fructus.

[Key words] Kochiae Fructus; momordin Ic; variation pattern; high-quality germplasm

地肤子系藜科植物地肤的干燥成熟果实,别名扫帚菜、地麦、落帚子等,分布于我国陕西、吉林、山东、河北、湖南、浙江等地,秋季果实成熟时采收果实,晒干入药,性寒,味辛、苦,归肾、膀胱经,具有清热利湿,祛风止痒的功效,临床主要用于小便涩痛,阴痒带下,风疹,湿疹,皮肤瘙痒等<sup>[1-2]</sup>。现代化学与药理学研究表明地肤子中富含皂苷、挥发油、黄酮等化合物<sup>[3-5]</sup>,具有抗炎、抑菌、降血糖、抗胃黏膜损伤等药理活性<sup>[6-9]</sup>。地肤子现有报道多集中在化学成分<sup>[10]</sup>、栽培技术<sup>[11]</sup>、药理活性<sup>[12]</sup>、提取工艺<sup>[13]</sup>等方面,少有的含量测定报道也只局限于方法学考察与少数地肤子产地研究<sup>[14-15]</sup>。地肤子药材原植物分布南北跨度大,不同产地药材质量参差不齐,加上地肤子现有栽培技术与栽培种质繁多混杂,伪品冲击,以次充好等现象,阻碍了地肤子产业可持续发展。地肤子皂苷 Ic 是 2015 年版《中国药典》规定的地肤子主要质量评价指标之一。本试验对地肤子药材进行了全国范围内的资源收集工作,共收集全国主产区地肤子种质资源 23 份,用 HPLC-ELSD 法测定地肤子中地肤子皂苷 Ic 含量,分析其与产地、生长性状、生境因子间的相关性,并进行主成分分析与聚类分析,初步筛选优良种质,以期地为地肤子种质资源利用与良种选育提供依据。

## 1 材料

Infinity1260 型高效液相色谱仪,385 型 ELSD 蒸发光检测器(美国 Agilent 公司);Milli-Q Academic 系列超纯水仪(美国 Millipore 公司);FA2004G 型 1/1 万电子分析天平(上海花潮实业有限公司);FQ-1024 型超声波清洗机(杭州法兰特超声波科技有限公司);HH-21-6 型恒温水浴锅(常州诺基仪器有限公司);DF-300 型手提式粉碎机(苏州奇乐电子科技

有限公司);SHB-III A 型循环水式真空泵(北京林茂仪器有限公司)。地肤子皂苷 Ic 对照品(上海源叶生物科技有限公司,批号 B20288,纯度  $\geq 98\%$ );甲醇、乙醇、乙酸、磷酸等试剂(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);甲醇、乙腈(色谱纯,杭州禾惠化工有限公司)。

2017 年 10 月至 2017 年 11 月,收集陕西、山东、吉林、安徽、湖北、浙江、江西、湖南共 8 省 23 个产地地肤子种质资源,经丽水市人民医院应小飞副主任医师鉴定为藜科植物地肤 *Kochia scoparia* 的成熟果实,详见表 1。

## 2 方法

**2.1 生长性状考察** 取新鲜地肤子植株,用米尺测量株高,用数显游标卡尺测量茎中部粗(茎粗)、叶长、叶宽与果实直径,计算叶长宽比 = 叶长/叶宽,每个地肤子种质取 15 株单株。

**2.2 地肤子皂苷 Ic 含量测定**<sup>[1,14]</sup>

**2.2.1 色谱条件** Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm);流动相甲醇-0.2% 乙酸水(84:16);流速 1.0 mL·min<sup>-1</sup>;检测波长 205 nm;柱温 25 °C;ELSD 漂移管 70 °C,载气流速 2.8 L·min<sup>-1</sup>;进样量 10 μL。

**2.2.2 线性关系考察** 配制质量浓度为 0.298 g·L<sup>-1</sup>的地肤子皂苷 Ic 对照品溶液,精密吸取 1, 2, 3, 4, 5, 6 mL 至 10 mL 量瓶,甲醇定容至刻度,取适量,过 0.45 μm 微孔滤膜,按 2.2.1 项下色谱条件测定地肤子皂苷 Ic 峰面积,以峰面积 Y 为纵坐标,地肤子皂苷 Ic 质量浓度为横坐标绘制标准曲线。得到回归方程为  $Y = 3.864 8X + 43.40$  ( $R^2 = 0.999 8$ ),表明地肤子皂苷 Ic 在 29.8 ~ 178.8 mg·L<sup>-1</sup>与峰面积线性关系良好。

表 1 地肤子药材信息统计

Table 1 Summary information of *Kochici scopariai* herbs

编号	产地	经度/°	纬度/°	海拔/m	生境
KS01	陕西凤县	106.93	34.24	1 569	林下
KS02	陕西安康	108.88	32.61	412	山谷
KS03	陕西柞水	109.11	33.68	960	公路边
KS04	山东历下	117.05	36.63	176	公路边
KS05	山东崂山	120.62	36.13	169	林下湿地
KS06	山东定陶	115.60	35.18	49	田边
KS07	吉林通化	126.00	41.36	726	路边
KS08	吉林抚松	127.81	42.03	1 081	山沟湿地
KS09	吉林龙井	129.38	42.88	194	林下
KS10	安徽滁州	118.25	32.24	88	田边
KS11	安徽休宁	118.08	29.74	196	田边
KS12	湖北恩施	109.41	30.29	846	山谷
KS13	湖北长阳	110.52	30.53	963	公路边
KS14	浙江慈溪	121.27	30.08	138	林下湿地
KS15	浙江临安	119.04	30.13	201	林下
KS16	浙江景宁	119.51	27.88	528	公路边
KS17	浙江庆元	119.19	27.80	1 576	山谷
KS18	浙江新昌	121.08	29.43	474	田边
KS19	江西婺源	117.91	29.37	144	田边
KS20	江西东乡	116.74	28.36	79	公路边
KS21	湖南涟源	111.91	27.70	137	林下
KS22	湖南新化	111.53	27.94	534	山沟湿地
KS23	湖南安化	111.27	28.41	270	公路边

**2.2.3 供试品溶液制备** 取地肤子新鲜样品, 60 °C 条件下烘干至恒重, 粉碎, 过 60 目筛。精密称取样品 0.2 g, 加入甲醇 40 mL, 封口, 室温条件下过夜, 25 °C 超声 (功率 250 W, 频率 33 kHz) 提取 40 min, 抽滤, 甲醇定容至 50 mL 量瓶, 取适量, 过 0.45 μm 微孔滤膜, 待用。

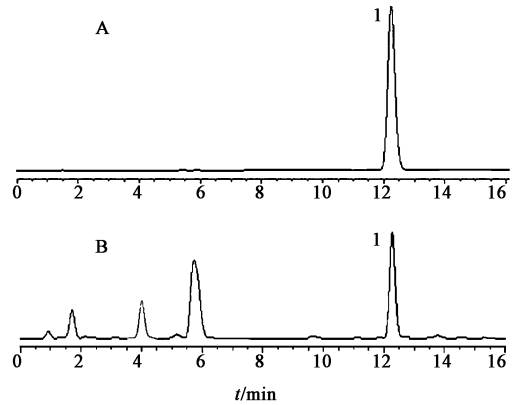
**2.2.4 精密度试验** 取已知质量浓度地肤子皂苷 I c 对照品溶液, 按 2.2.1 项下色谱条件连续进样 6 次, 测定地肤子皂苷 I c 平均峰面积为 386.21, RSD 为 0.4%, 表明仪器精密度良好。

**2.2.5 稳定性试验** 取 KS15 样品, 按 2.2.3 项下方法制备供试品溶液, 分别在室温避光放置 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24 h 进样, 测定样品中地肤子皂苷 I c 含量, 该样品平均质量分数为 2.39%, RSD 为 1.1%, 表明样品溶液在室温避光下放置 24 h 内稳定。

**2.2.6 重复性试验** 取 KS15 样品 6 份, 按 2.2.3

项下方法制备供试品溶液, 按 2.2.1 项下色谱条件测定地肤子皂苷 I c 峰面积, 计算地肤子皂苷 I c 含量, 该样品地肤子皂苷 I c 平均质量分数为 2.39%, RSD 为 0.7%, 表明本方法重复性良好。

**2.2.7 样品含量测定** 按 2.2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.2.1 项下色谱条件测定地肤子皂苷 I c 峰面积, 计算地肤子皂苷 I c 含量, HPLC 色谱图见图 1。



A. 对照品; B. 供试品; 1. 地肤子皂苷 I c

图 1 地肤子 HPLC 色谱

Fig.1 HPLC chromatogram of *Kochici scopariai*

**2.2.8 加样回收率试验** 取已知地肤子皂苷 I c 含量的 KS15 样品, 按照低、中、高 3 个浓度梯度依次加入地肤子皂苷 I c 对照品测定样品中地肤子皂苷 I c 含量, 计算加样回收率, 平均加样回收率与 RSD 见表 2。

**2.3 数据处理与分析** 用 SPSS 23.0 与 Excel 2010 软件处理数据, 方差分析采用单因素 ANOVA 分析, 主成分分析采用最大方差法, 取特征根值 > 0.3 的主成分, 聚类分析首先将标准化值转化为变量 Z, 再采用组间联接法, 区间测量采用欧式距离<sup>[16]</sup>。

### 3 结果与分析

**3.1 不同产地间地肤子生长性状、地肤子皂苷 I c 含量比较** 23 个地肤子样品生长性状、地肤子皂苷 I c 含量存在显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著差异 ( $P < 0.01$ )。生长性状方面, 浙江慈溪种质地肤子株高、茎粗、叶长、果实直径数值最高, 分别为 0.94 m, 0.27, 3.89, 0.27 cm, 浙江临安种质叶宽数值最高, 为 0.62 cm, 吉林龙井种质叶片最狭长, 叶长宽比为 8.03, 湖北恩施种质叶片较为宽厚, 叶长宽比仅为 5.12。地肤子皂苷 I c 含量方面, 23 个样品地肤子皂苷 I c 平均质量分数为 2.65%, 陕西、吉林、山东种质含量较高, 湖南种质含量次之, 浙江、安徽、江西、湖北种质含量较低, 其中陕西柞水种质含量最

表 2 地肤子皂苷 I c 加样回收率试验

Table 2 Recovery trial of momordin I c

称样量 /g	样品中量 /mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均回收率 /%	RSD /%
0.120 0	2.868 0	2.000 0	4.885 3	100.87	100.67	1.4
0.120 3	2.875 2	2.000 1	4.832 9	97.88		
0.120 3	2.875 2	2.000 3	4.897 3	101.09		
0.120 2	2.872 8	2.000 4	4.892 1	100.95		
0.119 8	2.863 2	2.000 2	4.903 7	102.01		
0.120 5	2.880 0	2.000 1	4.904 2	101.21		
0.150 1	3.587 4	2.500 0	6.013 2	97.03	99.10	2.3
0.150 2	3.589 8	2.500 5	5.998 6	96.33		
0.150 0	3.585 0	2.500 3	6.093 0	100.31		
0.150 4	3.594 6	2.500 2	6.049 3	98.18		
0.150 2	3.589 8	2.500 1	6.139 2	101.97		
0.150 0	3.585 0	2.500 2	6.104 3	100.76		
0.180 0	4.302 0	3.000 2	7.392 0	102.99	98.22	3.0
0.180 4	4.311 6	3.000 0	7.172 2	95.35		
0.180 5	4.314 0	3.000 4	7.189 1	95.83		
0.180 2	4.306 8	3.000 5	7.203 1	96.53		
0.180 3	4.309 2	3.000 2	7.283 1	99.12		
0.180 1	4.304 4	3.000 1	7.289 3	99.49		

高,达 3.71%,安徽滁州地肤子含量最低,仅为 1.95%;23 个地肤子样品中地肤子皂苷 I c 含量均满足 2015 年版《中国药典》规定的不低于 1.80% 的标准。见表 3。

**3.2 地肤子皂苷 I c 含量变异规律** 地肤子皂苷 I c 含量与生长性状、生境因子间存在相关性。地肤子皂苷 I c 含量与株高、茎粗、叶长、叶宽、果实直径、经度呈负相关关系,其中与叶宽相关性最高,相关系数为 0.503 7;与叶长宽比、海拔、纬度呈正相关关系,其中与海拔相关性最高,相关系数为 0.454 3。相关性分析结果表明,低经度、高纬度、高海拔地区栽培地肤子有利于地肤子皂苷 I c 含量积累。见表 4。

**3.3 主成分分析与优良种质筛选** 主成分分析可将生长性状与地肤子皂苷 I c 含量性状简化为 4 个主成分,累计贡献率达 95.831%。第 1,2 主成分主要为生长性状因子,株高、茎粗、叶长、果实直径等性状为较大正值,构成变异主要来源;第 3 主成分为叶形指数因子,叶长宽比性状为较大正值,贡献较大,特征向量值达 0.993;第 4 主成分为地肤子含量因子,地肤子皂苷 I c 含量指标构成主要变异来源,特征向量为最大正值 0.967,见表 5。以生长性状因子  $Y_{(i,1)}$  与  $Y_{(i,2)}$  主成分值均 > 1.0 筛选得到 3 个地肤子生长性状优良种质,分别为浙江慈溪、浙江临安与

表 3 地肤子生长性状、地肤子皂苷 I c 含量比较

Table 3 Comparison of growth traits and momordin I c contents among various *Kochici scopariae* communities

编号	产地	株高 /m	茎粗 /cm	叶长 /cm	叶宽 /cm	叶长宽比	果实直径 /cm	地肤子皂苷 I c /%
KS01	陕西凤县	0.76	0.18	2.98	0.48	6.21	0.21	3.65
KS02	陕西安康	0.67	0.19	2.74	0.46	5.96	0.19	3.42
KS03	陕西柞水	0.69	0.17	2.69	0.44	6.11	0.20	3.71
KS04	山东历下	0.86	0.24	2.84	0.49	5.80	0.22	2.78
KS05	山东崂山	0.80	0.20	2.90	0.52	5.58	0.23	2.90
KS06	山东定陶	0.76	0.19	3.01	0.51	5.90	0.19	2.73
KS07	吉林通化	0.59	0.14	2.47	0.37	6.68	0.18	2.87
KS08	吉林抚松	0.62	0.16	2.28	0.41	5.56	0.17	2.94
KS09	吉林龙井	0.64	0.16	2.73	0.34	8.03	0.16	2.76
KS10	安徽滁州	0.72	0.19	3.42	0.54	6.33	0.24	1.95
KS11	安徽休宁	0.69	0.20	3.21	0.58	5.53	0.23	2.03
KS12	湖北恩施	0.68	0.21	3.02	0.59	5.12	0.22	2.31
KS13	湖北长阳	0.73	0.19	2.78	0.49	5.67	0.20	2.34
KS14	浙江慈溪	0.94	0.27	3.89	0.56	6.95	0.27	2.50
KS15	浙江临安	0.89	0.26	3.75	0.62	6.05	0.25	2.39
KS16	浙江景宁	0.85	0.26	3.80	0.58	6.55	0.24	2.40
KS17	浙江庆元	0.84	0.24	3.79	0.54	7.02	0.27	2.54
KS18	浙江新昌	0.90	0.25	3.65	0.59	6.19	0.24	2.48
KS19	江西婺源	0.74	0.21	2.69	0.50	5.38	0.18	2.31
KS20	江西东乡	0.77	0.24	2.78	0.52	5.35	0.20	1.98
KS21	湖南涟源	0.89	0.20	3.32	0.56	5.93	0.24	2.72
KS22	湖南新化	0.84	0.19	2.84	0.49	5.80	0.19	2.47
KS23	湖南安化	0.79	0.21	2.80	0.43	6.51	0.23	2.68

浙江新昌;以地肤子含量因子  $Y_{(i,4)}$  主成分值 > 1.0 筛选得到 3 个高地肤子皂苷 I c 含量优良种质,分别为陕西凤县、陕西安康与陕西柞水,入选的优良种质 4 个主成分值详见表 6。

**3.4 聚类分析** 根据欧式距离  $D^2 = 11.92$  的标准将 23 个地肤子种质划分为 4 个类群。其中类群 I 共 5 个种质,分别为浙江临安、浙江新昌、浙江景宁、浙江慈溪、浙江庆元,该类群地肤子植株高,茎粗壮,叶片大而多狭长,果实较大,生长势较好,但地肤子皂苷 I c 含量较低;类群 II 共 12 个种质,分别为安徽休宁、湖北恩施、安徽滁州、湖北长阳、江西婺源、山东定陶、湖南新化、江西东乡、山东历下、山东崂山、湖南涟源与湖南安化,该类群植株较高或中等高度,茎中等粗度,叶片较大而多狭长、少宽钝,果实中等大小,地肤子皂苷 I c 含量除山东种质较高外,其余种质较低;类群 III 共 5 个种质,分别为陕西安康、陕西柞水、陕西凤县、吉林通化与吉林抚松,该类群

表 4 地肤子中地肤子皂苷 I c 含量与生长性状、生境因子相关性分析

Table 4 Correlation analysis between momordin I c content and growth traits and habitat factors among different *Kochici scopariai* communities

因子	株高	茎粗	叶长	叶宽	叶长宽比	果实直径	海拔	经度	纬度	地肤子皂苷 I c 含量
株高	1.000 0									
茎粗	0.822 8	1.000 0								
叶长	0.737 0	0.770 5	1.000 0							
叶宽	0.651 7	0.752 5	0.773 7	1.000 0						
叶长宽比	0.052 5	-0.028 6	0.289 3	-0.370 3	1.000 0					
果实直径	0.734 7	0.743 1	0.874 2	0.749 1	0.113 4	1.000 0				
海拔	-0.280 6	-0.297 7	-0.117 7	-0.267 0	0.192 3	-0.098 7	1.000 0			
经度	-0.127 0	-0.014 8	0.042 3	-0.226 5	0.429 1	-0.102 8	-0.132 5	1.000 0		
纬度	-0.617 5	-0.648 3	-0.577 3	-0.722 7	0.269 7	-0.607 4	0.175 6	0.533 1	1.000 0	
地肤子皂苷 I c 含量	-0.222 8	-0.438 1	-0.367 5	-0.503 7	0.166 4	-0.297 1	0.454 3	-0.264 1	0.437 4	1.000 0

表 5 入选主成分的特征根值、贡献率、累计贡献率与特征向量

Table 5 Eigenvalues, contribution rates, accumulative contribution rates, and characteristic vector of principal components placed

项目	分量来源	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$
特征根值	-	4.252	1.338	0.747	0.371
贡献率/%	-	60.744	19.121	10.670	5.295
累计贡献率/%	-	60.744	79.865	90.536	95.831
主成分特征 向量	株高	0.419	0.876	0.020	-0.025
	茎粗	0.464	0.787	-0.046	-0.284
	叶长	0.824	0.435	0.248	-0.206
	叶宽	0.755	0.382	-0.406	-0.301
	叶长宽比	0.057	0.016	0.993	0.084
	果实直径	0.850	0.422	0.079	-0.086
	地肤子皂 苷 I c 含量	-0.179	-0.124	0.096	0.967

表 6 初选优良种质的 4 个主成分值

Table 6 Four principal components of six provenances screened

种质	$Y_{(i,1)}$	$Y_{(i,2)}$	$Y_{(i,3)}$	$Y_{(i,4)}$
浙江慈溪	1.019 91	1.603 82	1.270 99	-0.052 27
浙江临安	1.153 38	1.087 86	-0.193 67	-0.290 04
浙江新昌	1.103 22	1.168 67	0.047 52	-0.138 41
陕西凤县	0.395 06	-0.285 61	-0.063 69	2.240 61
陕西安康	-0.254 34	-0.533 87	-0.342 64	1.464 86
陕西柞水	0.003 87	-0.709 64	-0.156 18	2.237 42

地肤子植株较矮,茎细,叶片小而多狭长、少宽钝,果实较小,地肤子皂苷 I c 含量较高;类群 IV 仅有 1 个种质,为吉林龙井,该种质植株矮,茎细,叶片小而狭长,果实小,地肤子皂苷 I c 含量较高。见图 2。

#### 4 讨论

地肤子是我国民间传统药材,主要用于治疗小便涩痛、阴痒带下、风疹、湿疹、皮肤搔痒等症,疗效

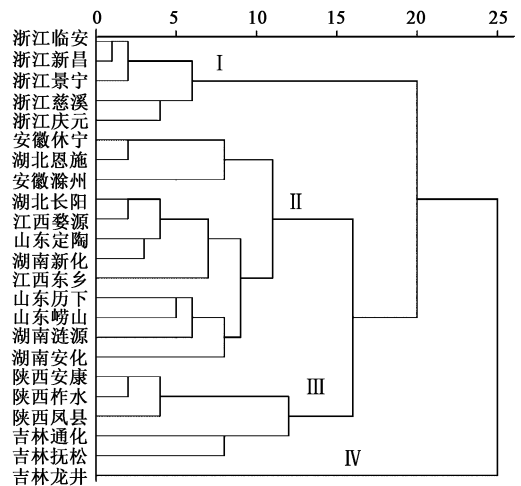


图 2 地肤子聚类分析

Fig. 2 Clustering analysis of *Kochici scopariai*

显著。地肤子分布范围较广,南北产区经纬度跨度较大,导致地肤子药材质量参差不齐,影响地肤子市场健康发展。本实验在收集全国主分布区 23 个地肤子种质资源的基础上,建立 HPLC-ELSD 快速检测地肤子皂苷 I c 含量,考察其与产地、生长性状、生境因子间的相关性,揭示地肤子皂苷 I c 含量变异规律,并在主成分分析的基础上进行优良种质筛选,对地肤子药材质量评价与种质资源利用具有重要意义。首先对地肤子皂苷 I c 对照品进行全波长扫描,发现其在 205 nm 波长下,吸收峰最高,故选择 205 nm 为地肤子皂苷 I c 检测波长。同时,考察比较了不同提取方法(加热回流提取、索式提取、超声提取),提取溶剂(80% 甲醇、甲醇、乙醇),流动相(甲醇-0.2% 乙酸水,甲醇-0.5% 磷酸水,乙腈-水)对地肤子中地肤子皂苷 I c 含量测定的影响,发现在 Agilent Eclipse Plus C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm ×

250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ), 流速 1.0 mL·min<sup>-1</sup>, 柱温 25  $^{\circ}\text{C}$ , ELSD 漂移管 70  $^{\circ}\text{C}$ , 载气流速 2.8 L·min<sup>-1</sup>, 进样量 10  $\mu\text{L}$ , 在色谱条件下, 以流动相甲醇-0.2% 乙酸水 (84:16), 洗脱效果较好, 地肤子皂苷 I c 出峰时间为 12.32 min, 理论板数大于 3 000, 定量限为 5.79 mg·L<sup>-1</sup>, 检测限为 2.36 mg·L<sup>-1</sup>。本文建立的 HPLC-ELSD 可快速检测地肤子中地肤子皂苷 I c 含量, 方法操作简便, 重复性好, 准确度高, 可用于地肤子质量控制与种质资源评价。

中药材在生长发育过程中, 生长性状与药效成分含量积累受环境中各种因子影响, 包括经度、纬度、海拔、光照、水分等<sup>[17]</sup>。本研究表明, 23 个地肤子种质间地肤子皂苷 I c 含量存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 各样品中地肤子皂苷 I c 含量均满足 2015 年版《中国药典》规定不低于 1.80% 的标准; 从地肤子皂苷 I c 含量看, 我国主分布区地肤子中地肤子皂苷 I c 含量存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 变幅为 1.95% ~ 3.71%, 为下一步地肤子良种选育奠定了良好的备选种质基础; 产地、生长性状、生境因子影响地肤子中地肤子皂苷 I c 含量积累, 陕西、吉林、山东种质含量较高, 湖南种质含量次之, 浙江、安徽、江西、湖北种质含量较低; 低经度、高纬度、高海拔地区栽培地肤子有利于地肤子皂苷 I c 含量积累; 植株茎细, 叶片狭长, 果实小的地肤子中地肤子皂苷 I c 含量相对较高。单一指标含量高低并不能明确评价药材质量优劣, 除地肤子皂苷 I c 含量指标外, 有学者将总黄酮、多糖、芦丁、槲皮素等含量作为地肤子药材质量评价的指标之一<sup>[18-19]</sup>。因此, 尽快统一地肤子药材含量评价指标, 建立地肤子药材化学成分指纹图谱, 并综合药效学、药代动力学等建立地肤子药材质量评价体系, 是促进地肤子产业健康可持续发展的关键。本文初步筛选出 3 个生长性状优良的地肤子种质, 为浙江慈溪、浙江临安与浙江新昌, 表现出植株较高, 茎秆粗壮, 果实较大, 生长势较好等优良性状; 筛选出 3 个地肤子皂苷 I c 含量较高的优良种质, 为陕西安康、陕西凤县与陕西柞水, 筛选的优良种质可优先进行同一栽培区域内的大田育种试验, 并考察其产量、皂苷 I c 含量、生态适应性、抗病性等指标, 以期筛选出高产优质的地肤子优良品种。

[参考文献]

[1] 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: 123-124.  
[2] 邵荣杰, 邵世宏. 地肤的各药用部位药用价值研究进

展[J]. 中草药, 2015, 46(23): 3605-3610.

[3] 卢向红, 徐向东, 付红伟, 等. 地肤子化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 2012, 47(5): 338-342.  
[4] 蒋剑平, 沈小青, 范海珠. 地肤子化学成分及药理活性研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(12): 2704-2706.  
[5] 徐云辉, 黄浩, 郭兆霞, 等. 地肤子抗真菌化学成分研究[J]. 中成药, 2012, 34(9): 1726-1729.  
[6] 林秀仙, 李菁, 张淑华, 等. 地肤子超临界 CO<sub>2</sub> 萃取物抗阴道滴虫药效学研究[J]. 中药材, 2005, 28(1): 44-45.  
[7] 戴岳, 黄罗生, 冯国雄, 等. 地肤子对单核巨噬系统及迟发型超敏反应的抑制作用[J]. 中国药科大学学报, 1994, 25(1): 44-48.  
[8] Matsuda H, DAI Y, Ido Y, et al. Studies on kochiae fructus. IV. Anti-allergic effects of 70% ethanol extract and its component, momordin Ic from dried fruits of *Kochia scoparia* L. [J]. Biol Pharm Bull, 1997, 20(11): 1165-1170.  
[9] 戴岳, 刘学英. 地肤子总甙降糖作用的研究[J]. 中国野生植物资源, 2002, 21(5): 36-38.  
[10] 韩璐. 地肤子抑菌成分的提取分离及抑菌作用研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2015.  
[11] 路洪顺, 王曼. 地肤子的利用价值和栽培技术[J]. 中国林副特产, 2001, 59(4): 39.  
[12] 戴岳, 夏玉凤, 杨丽. 地肤子正丁醇部分对小鼠小肠运动的影响[J]. 中药药理与临床, 2004, 20(5): 18-20.  
[13] 张竞怡, 王文杰, 史欢, 等. 地肤子中总黄酮提取工艺及其抗氧化性研究[J]. 浙江农业科学, 2011, 1(6): 1340-1342, 1344.  
[14] 夏玉凤, 王强, 徐德然, 等. 高效液相色谱法测定地肤子中地肤子皂苷 I c 的含量[J]. 中国药科大学学报, 2002, 33(3): 216-218.  
[15] 夏玉凤, 王强, 戴岳, 等. 不同产地地肤子中皂苷的含量分析[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(12): 890-893.  
[16] 刘威, 龚伟, 张嵩, 等. 基于多元统计分析的鹿茸品质评价[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(14): 57-62.  
[17] 裴莉昕, 纪宝玉, 陈随清, 等. 河南不同产地商陆药材质量分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(2): 48-52.  
[18] 肖作奇, 文晓柯, 欧阳波, 等. HPLC 法测定地肤子中芦丁和槲皮素的含量[J]. 中国医药导报, 2016, 13(21): 146-148, 152.  
[19] 李培源, 卢汝梅, 苏炜, 等. 地肤子总黄酮含量测定及其抗氧化活性[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(7): 1802-1804.

[责任编辑 顾雪竹]