

## 益母草 HPLC 指纹图谱及多成分含量测定方法研究

孙 晨<sup>1,2</sup>, 谢浙裕<sup>2</sup>, 吴永江<sup>1\*</sup>

(1. 浙江大学药学院, 浙江 杭州 310058; 2. 绍兴市食品药品检验研究院, 浙江 绍兴 312071)

**摘要:** 建立益母草的 HPLC 指纹图谱及多成分含量同时测定方法, 为益母草质量综合评价和控制提供参考。益母草用 70% 乙醇水浴回流提取 2 h, 提取物采用 HPLC 法分析, 色谱柱为 Kromasil C<sub>18</sub> (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相为乙腈-0.1% 甲酸, 梯度洗脱, 流速为 1.0 mL·min<sup>-1</sup>, 柱温 30 °C, 检测波长为 280 nm。25 批样品得到共有峰 12 个, 确认了其中 5 个峰对应的化学成分。丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷和异槲皮苷分别在进样量 0.426 1~85.22 ng ( $r = 0.999\ 9$ )、7.948~1 590 ng ( $r = 0.999\ 3$ )、10.20~2 040 ng ( $r = 1.000\ 0$ )、2.018~403.6 ng ( $r = 0.999\ 9$ )、8.704~1 741 ng ( $r = 0.999\ 9$ ) 内呈良好的线性关系; 平均回收率分别为 99.0%、97.6%、97.4%、96.9% 和 98.5%, RSD 分别为 1.1%、1.8%、1.4%、1.5% 和 1.3%。该指纹图谱特征性明显, 并可同时测定 5 个成分的含量。

**关键词:** 益母草; 指纹图谱; 多成分含量测定

中图分类号: R917 文献标识码: A 文章编号: 0513-4870(2019)11-2059-05

## Fingerprint analysis and multi-component determination of *Leonurus japonicus* by high performance liquid chromatography

SUN Chen<sup>1,2</sup>, XIE Zhe-yu<sup>2</sup>, WU Yong-jiang<sup>1\*</sup>

(1. College of Pharmaceutical Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;

2. Shaoxing Institute for Food and Drug Control, Shaoxing 312071, China)

**Abstract:** An HPLC fingerprint and multi-component determination method of *Leonurus japonicus* was established for comprehensive evaluation and quality control of *Leonurus japonicus*. The sample was incubated in 70% ethanol in a water bath for 2 h, and the extract was analyzed by HPLC using Kromasil C18 column (250 mm×4.6 mm, 5 μm). The mobile phase consisted of acetonitrile-0.1% formic acid with gradient elution. The flow rate was 1.0 mL·min<sup>-1</sup>. The temperature of column was 30 °C. The detection wavelength was 280 nm. HPLC fingerprint of characteristic components of *Leonurus japonicus* was established. There were 12 common peaks among 25 batches of samples, and 5 of them were identified and determined. Syringic acid, leonurine hydrochloride, rutin, hyperoside or isoquercitrin showed a good linearity in the ranges of 0.426 1–85.22 ng ( $r = 0.999\ 9$ ), 7.948–1 590 ng ( $r = 0.999\ 3$ ), 10.20–2 040 ng ( $r = 1.000\ 0$ ), 2.018–403.6 ng ( $r = 0.999\ 9$ ), or 8.704–1 741 ng ( $r = 0.999\ 9$ ), respectively. The average recoveries were 99.0%, 97.6%, 97.4%, 96.9% and 98.5% with RSD of 1.1%, 1.8%, 1.4%, 1.5% and 1.3%, respectively. The HPLC characteristic fingerprint of *Leonurus japonicus* was specific, and this method can simultaneously determine the content of 5 components.

**Key words:** *Leonurus japonicus*; fingerprint; multi-component determination

收稿日期: 2019-05-24; 修回日期: 2019-07-04.

基金项目: 名贵中药资源可持续利用能力建设项目 (2060302-1508-04);

国家科技重大专项“重大新药创制”项目 (2018ZX09201-010) 资助。

\*通讯作者 Tel: 86-571-88208455, E-mail: yjwu@zju.edu.cn

DOI: 10.16438/j.0513-4870.2019-0407

益母草为唇形科植物益母草 (*Leonurus japonicus* Houtt.) 的新鲜或干燥地上部分, 始载于《神农本草经》, 列为上品, 历代本草均有收载<sup>[1]</sup>。益母草味辛苦、凉, 具有活血调经、利尿消肿、清热解毒的功效<sup>[2]</sup>, 临床上广泛用于月经不调、产后瘀痛、痛经闭经、恶露不尽、

水肿尿少、急性肾炎水肿、心脑血管疾病、血液病等疾病的治疗。益母草成分较复杂,目前从中先后分离得到黄酮类<sup>[3-5]</sup>、生物碱类<sup>[6,7]</sup>等化学成分,而现行质量标准中只对盐酸水苏碱和盐酸益母草碱进行控制,没有关注到其他化学成分的情况,难以从整体上把握益母草的内在品质。指纹图谱作为中药质量控制的重要手段,已被广泛应用,有文献报道对益母草流浸膏<sup>[8]</sup>、益母草注射液<sup>[9-11]</sup>、益母草饮片标准汤剂<sup>[12]</sup>的指纹图谱进行了研究,但未对益母草药材进行指纹图谱研究,也未见益母草指纹图谱与含量测定相结合的质量分析方法。本文运用高效液相色谱法,对其指纹图谱方法进行研究,并同时测定5个成分的含量,建立益母草指纹图谱与含量测定相结合的质控方法,以期对益母草质量控制提供科学依据。

## 材料与方法

**仪器** LC-20A 高效液相色谱仪(日本岛津公司); XPE-205 电子天平(Mettler Toledo); MILLI-Q ADVANTAGE A 10 超纯水仪(MILLIPORE); TW-20 恒温水浴锅(德国优莱博); 5810R 台式大容量冷冻离心机(德国 EPPENDORF 公司)。

**试药、试剂与样品** 丁香酸对照品(阿拉丁,批号 22852,纯度 98%); 盐酸益母草碱对照品(中国药品生物制品检定所,批号 111823-201303,含量 95.2%); 芦丁对照品(批号 100080-201408,含量 90.2%); 金丝桃苷对照品(批号 111521-201507,含量为 94.3%); 异槲皮苷对照品(批号 111809-201403,含量 92.9%) 购自中国食品药品检定研究院; 乙腈(Merck, 色谱级); 超纯水; 其余试剂为分析纯; 25 批益母草由浙江省食品药品检验研究院中药所提供,样品信息见表 1。

**对照品溶液的制备** 精密称取丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷对照品适量,加 70% 乙醇制成浓度分别为 4.261、79.48、102.0、20.18、87.04  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  的混合对照品溶液。

**供试品溶液的制备** 精密称取益母草 2.0 g 置烧瓶中,精密加入 50 mL 70% 乙醇,水浴回流 2 h,放冷,补足减失重量,摇匀,离心,取上清液,即得。

**色谱条件** 色谱柱: Kromasil C<sub>18</sub> (250 mm×4.6 mm, 5  $\mu\text{m}$ ); 流动相: 乙腈(A)-0.1% 甲酸(B),梯度洗脱程序如下: 0→60 min, 5% A→25% A; 60→60.1 min, 25% A→80% A; 60.1→70 min, 80% A→80% A; 70→70.1 min, 80% A→5% A; 70.1→80 min, 5% A→5% A。柱温: 30  $^{\circ}\text{C}$ ; 流速: 1.0 mL·min<sup>-1</sup>; 检测波长: 280 nm; 进样量: 5  $\mu\text{L}$ 。

### 指纹图谱方法学验证

**重复性** 取同一批益母草(Y07) 6 份,按“供试品

**Table 1** Sample information

Sample No.	Medicine site	Origin	Collection date
Y01	Aboveground part	Sichuan Beichuan	2012.7.24
Y02	Aboveground part	Sichuan Jiangyou	2012.6.13
Y03	Aboveground part	Hunan Fenghuang	2012.8.5
Y04	Aboveground part	Shanxi Huguan	2013.10.15
Y05	Aboveground part	Yunnan Yuxi	2012.1.11
Y06	Aboveground part	Gansu Weiyuan	2012.10.27
Y07	Aboveground part	Gansu Weiyuan	2012.10.25
Y08	Aboveground part	Gansu Weiyuan	2012.10.26
Y09	Aboveground part	Henan Jiyuan	2014.5.16
Y10	Whole grass	Anhui Hexian	2012.6.13
Y11	Aboveground part	Anhui Hanshan	2012.6.5
Y12	Whole grass	Anhui Qianshan	2012.9.22
Y13	Aboveground part	Hunan Zhuzhou	2012.5.15
Y14	Aboveground part	Shanxi Yangcheng	2013.9.7
Y15	Aboveground part	Shanxi Changzi	2013.8.9
Y16	Aboveground part	Shanxi Lingchuan	2013.7.10
Y17	Aboveground part	Shanxi Hongdong	2013.8.13
Y18	Aboveground part	Shanxi Yongji	2013.6.6
Y19	Aboveground part	Shanxi Jiaocheng	2013.6.27
Y20	Aboveground part	Shanxi Qingxu	2013.10.10
Y21	Aboveground part	Shanxi Qingxu	2013.9.28
Y22	Aboveground part	Shanxi Xiangfen	2013.4.16
Y23	Aboveground part	Shanxi Zijiayu	2013.8.21
Y24	Aboveground part	Shanxi Qingyuan	2013.9.7
Y25	Aboveground part	Shanxi Wanrong	2013.9.10

溶液的制备”方法制得供试品溶液,在上述色谱条件下进样分析,记录色谱图,测定主要共有峰的相对保留时间和相对峰面积。

**精密密度** 取益母草(Y07),按“供试品溶液的制备”方法制得供试品溶液,在上述色谱条件下连续进样 6 次,记录色谱图,测定主要共有峰的相对保留时间和相对峰面积。

**稳定性** 取益母草(Y07),按“供试品溶液的制备”方法制得供试品溶液,在上述色谱条件下分别于 0、4、8、12、16、20、24 h 进样,记录色谱图,测定主要共有峰的相对保留时间和相对峰面积。

**指纹图谱建立及相似度评价** 取 25 批益母草样品,按“供试品溶液的制备”项下方法制备供试品溶液,在上述色谱条件下进样分析,记录色谱图。将图谱导入国家药典委员会开发的中药色谱指纹图谱相似度评价系统 2.0 版中进行分析,生成对照图谱,计算各样品指纹图谱与对照图谱的相似度。

### 多指标含量测定方法学验证

根据指纹图谱研究结果,对已知的 5 个成分丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷进行定量测定方法验证。

**线性关系** 分别依次精密吸取混合对照品溶液

0.1、0.2、0.5、1、2、5、10、20  $\mu\text{L}$  注入液相色谱仪, 记录色谱图, 以峰面积 ( $Y$ ) 对进样量 ( $X$ ) 进行线性回归, 计算回归方程和相关系数。

**重复性** 按指纹图谱重复性项下方法, 记录丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷的峰面积, 计算 RSD 值。

**稳定性** 按指纹图谱稳定性项下方法, 记录丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷的峰面积, 计算 RSD 值。

**回收率** 精密称取已知含量的益母草 (Y12) 9 份, 分别按低、中、高 3 个梯度加入一定量的混合对照品溶液 (5 种成分大致为样品中含量的 80%、100%、120%), 制备供试品溶液, 测定各成分含量, 计算平均回收率和 RSD。

## 结果

### 1 指纹图谱方法学考察

在上述色谱条件下, 各特征峰可达到较好分离, 混合对照品与供试品溶液 HPLC 色谱图见图 1。

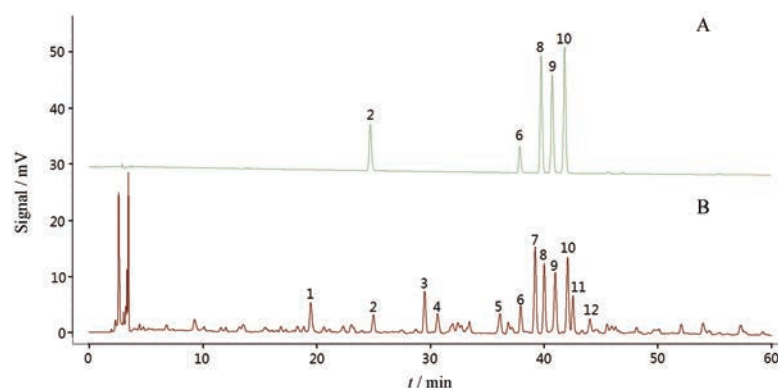
**1.1 重复性** 12 个共有峰相对保留时间的 RSD 均  $<0.4\%$ , 相对峰面积均  $<1.7\%$ , 说明本法具有较好的重复性。

**1.2 精密密度** 12 个共有峰相对保留时间的 RSD 均  $<0.2\%$ , 相对峰面积均  $<0.5\%$ , 说明该方法精密密度良好。

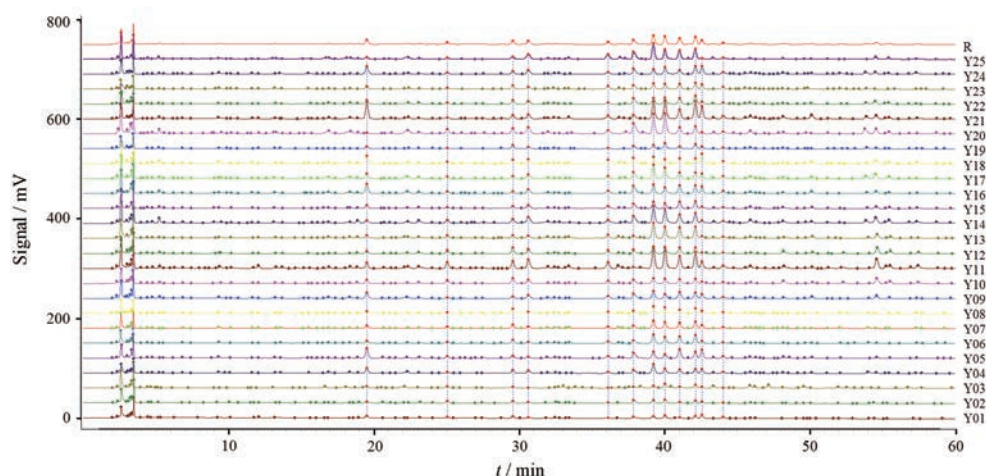
**1.3 稳定性** 12 个共有峰相对保留时间的 RSD 均  $<0.3\%$ , 相对峰面积均  $<1.4\%$ , 表明供试品在 24 h 内稳定。

### 2 HPLC 指纹图谱建立及相似度评价

25 批益母草的指纹图谱见图 2, 共有 12 个特征峰。通过对照品定位, 高分辨质谱确证, 指认其中 2 号峰为丁香酸, 6 号峰为盐酸益母草碱, 8 号峰为芦丁, 9 号峰为金丝桃苷, 10 号峰为异槲皮苷, 其中盐酸益母草碱为益母草的活性成分和指标性成分之一, 含量较高且稳定, 且保留时间处于整个图谱中间位置, 选择盐酸益母草碱作为参照峰。所收集的 25 批样品指纹图谱与对照图谱相比, 相似度均  $>0.90$ , 结果见表 2, 表明不同产地的益母草整体质量差异较小。



**Figure 1** HPLC chromatograms of mixed standard solution (A) and sample solution (B). 2: Syringic acid; 6: Leonurine hydrochloride; 8: Rutin; 9: Hyperoside; 10: Isoquercitrin; 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12: Other characteristic peak



**Figure 2** Fingerprints of 25 batches of *Leonurus japonicus*

**Table 2** Fingerprint similarity of *Leonurus japonicus* from different origins

Sample No.	Similarity	Sample No.	Similarity
Y01	0.921	Y14	0.972
Y02	0.948	Y15	0.975
Y03	0.933	Y16	0.955
Y04	0.971	Y17	0.978
Y05	0.900	Y18	0.912
Y06	0.967	Y19	0.970
Y07	0.985	Y20	0.912
Y08	0.976	Y21	0.948
Y09	0.972	Y22	0.973
Y10	0.951	Y23	0.983
Y11	0.958	Y24	0.924
Y12	0.962	Y25	0.956
Y13	0.942	R	1.000

### 3 多指标含量测定方法学考察

**3.1 线性关系** 丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷和异槲皮苷的线性方程分别为:  $y = 108\ 121x + 4\ 469.9$  ( $r = 0.9999$ );  $y = 64\ 532x + 10\ 051$  ( $r = 0.9993$ );  $y = 32\ 742x + 1\ 163.5$  ( $r = 1.0000$ );  $y = 38\ 177x + 1\ 224.1$  ( $r = 0.999\ 9$ );  $y = 42\ 796x + 978.01$  ( $r = 0.999\ 9$ )。各成分进样量分别在 0.426 1~85.22 ng、7.948~1 590 ng、10.20~2 040 ng、2.018~403.6 ng、8.704~1 741 ng 内呈良好的线性关系。

**3.2 重复性** 丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷峰面积的 RSD 分别为 0.9%、1.1%、1.6%、1.3% 和 0.4% ( $n = 6$ ), 表明重复性良好。

**3.3 稳定性** 丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷峰面积的 RSD 分别为 1.2%、1.5%、1.7%、1.6% 和 1.4%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

**3.4 回收率** 丁香酸、盐酸益母草碱、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷的平均回收率分别为 99.0%、97.6%、97.4%、96.9% 和 98.5%, RSD 分别为 1.1%、1.8%、1.4%、1.5% 和 1.3%, 结果见表 3。

### 4 样品含量测定

取混合对照品溶液和 25 批益母草样品供试品溶液, 按上述色谱条件进样分析, 按外标法以峰面积计算含量, 结果见表 4。

### 讨论

由于益母草含有的成分极性差异大, 采用等度洗脱难以使各成分得到分离, 不能使指纹图谱获得尽可能多的信息量。为了使主要成分在一张图谱上反映出来, 并能有效分离, 采用了梯度洗脱。尝试了有机相甲醇和乙腈, 乙腈分离效果较好; 水相尝试了 0.1% 甲酸、0.01% 三氟乙酸、0.02 mol·L<sup>-1</sup> 甲酸铵溶液、0.02 mol·L<sup>-1</sup> 乙酸铵溶液, 0.1% 甲酸和 0.01% 三氟乙酸效果均较为理想, 考虑到质谱不能使用三氟乙酸做流动相, 因此选择了

**Table 3** Recovery of 5 analytes in *Leonurus japonicus*

Analyte	Origin /mg	Added /mg	Found /mg	Recovery /%	Mean recovery /%	RSD /%
Syringic acid	0.041 20	0.035 90	0.076 78	99.11	99.0	1.1
	0.041 20	0.035 90	0.077 62	101.4		
	0.041 20	0.035 90	0.076 66	98.77		
	0.041 20	0.044 88	0.085 83	99.44		
	0.041 20	0.044 88	0.085 30	98.26		
	0.041 20	0.044 88	0.085 38	98.44		
	0.041 20	0.053 86	0.094 37	98.72		
	0.041 20	0.053 86	0.093 85	97.75		
	0.041 20	0.053 86	0.094 37	98.72		
	0.041 20	0.053 86	0.094 37	98.72		
Leonurine hydrochloride	2.121	1.677	3.725	95.65	97.6	1.8
	2.121	1.677	3.731	96.00		
	2.121	1.677	3.777	98.75		
	2.121	2.096	4.232	100.7		
	2.121	2.096	4.137	96.18		
	2.121	2.096	4.208	99.57		
	2.121	2.515	4.539	96.14		
	2.121	2.515	4.589	98.13		
	2.121	2.515	4.558	96.90		
	2.121	2.515	4.558	96.90		
Rutin	1.418	1.093	2.478	96.98	97.4	1.4
	1.418	1.093	2.501	99.09		
	1.418	1.093	2.457	95.06		
	1.418	1.367	2.774	99.20		
	1.418	1.367	2.767	98.68		
	1.418	1.367	2.754	97.73		
	1.418	1.640	3.017	97.50		
	1.418	1.640	3.009	97.01		
	1.418	1.640	2.988	95.73		
	1.418	1.640	2.988	95.73		
Hyperoside	0.330 8	0.267 4	0.591 8	97.61	96.9	1.5
	0.330 8	0.267 4	0.594 7	98.69		
	0.330 8	0.267 4	0.586 4	95.59		
	0.330 8	0.334 2	0.663 3	99.49		
	0.330 8	0.334 2	0.651 1	95.84		
	0.330 8	0.334 2	0.652 9	96.38		
	0.330 8	0.401 1	0.720 5	97.16		
	0.330 8	0.401 1	0.711 7	94.96		
	0.330 8	0.401 1	0.716 7	96.21		
	0.330 8	0.401 1	0.716 7	96.21		
Isoquercitrin	1.238	0.893	2.101	96.64	98.5	1.3
	1.238	0.893	2.113	97.98		
	1.238	0.893	2.125	99.33		
	1.238	1.116	2.337	98.48		
	1.238	1.116	2.362	100.7		
	1.238	1.116	2.325	97.40		
	1.238	1.339	2.545	97.61		
	1.238	1.339	2.562	98.88		
	1.238	1.339	2.573	99.70		
	1.238	1.339	2.573	99.70		

0.1% 甲酸。色谱柱尝试了 Kromasil C<sub>18</sub>、Diamonsil C<sub>18</sub>、Venusil MP C<sub>18</sub>、Waters Symmetry C<sub>18</sub>、Welch Materials XB-C<sub>18</sub>、Shimadzu VP-ODS C<sub>18</sub>、Agilent SB C<sub>18</sub> 等, Kromasil C<sub>18</sub> 和 Venusil MP C<sub>18</sub> 分离效果较为理想, 最后选择了 Kromasil C<sub>18</sub>。5 种成分含量测定分离度均大于 1.5, 理论板数均大于 10 000。在样品处理中考察了水、甲醇和不同浓度乙醇等多种提取溶媒, 同时考察了不同时间的超声和回流提取, 并对 5 种成分进行全波

**Table 4** Determination results of 25 samples

Sample No.	Syringic acid / $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Leonurine hydrochloride / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	Rutin / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	Hyperoside / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	Isoquercitrin / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$
Y01	28.88	1.47	0.69	0.07	0.43
Y02	43.89	2.69	0.79	0.07	0.49
Y03	37.59	1.21	1.00	0.13	0.64
Y04	21.72	2.59	1.09	0.22	0.78
Y05	44.98	5.83	0.98	0.51	1.20
Y06	33.38	2.03	1.46	0.38	1.46
Y07	41.20	2.12	1.42	0.33	1.24
Y08	32.57	2.04	1.34	0.24	0.94
Y09	27.20	5.28	1.12	0.37	1.09
Y10	84.90	3.15	1.14	0.26	0.88
Y11	158.64	1.14	4.75	0.68	2.94
Y12	74.08	2.92	1.31	0.32	1.03
Y13	69.19	1.75	2.57	0.59	2.01
Y14	79.43	7.08	3.18	0.48	1.76
Y15	32.22	4.59	1.19	0.38	1.33
Y16	46.89	7.44	1.48	0.46	1.43
Y17	44.31	6.01	2.43	0.35	1.10
Y18	44.35	5.82	1.01	0.32	1.00
Y19	23.15	2.37	1.27	0.16	0.81
Y20	124.76	11.78	4.70	0.38	1.40
Y21	32.50	3.50	4.06	0.54	3.14
Y22	32.35	5.33	1.42	0.34	1.47
Y23	36.08	3.39	1.27	0.30	1.13
Y24	33.70	4.64	1.54	0.24	1.38
Y25	35.17	7.76	2.31	0.50	1.85

长扫描筛选检测波长, 最终确定了色谱条件和样品制备方法。

本实验建立的益母草指纹图谱有 12 个共有峰, 所收集的 25 批样品指纹图谱与对照图谱相比, 相似度均  $>0.90$ , 表明不同产地益母草的整体质量一致性较好。在建立指纹图谱方法的基础上, 对益母草 5 个成分进行了含量测定, 可同时控制特征图谱中多成分的含量。对所收集的 25 批益母草样品进行含量测定, 发现各产地丁香酸、金丝桃苷、盐酸益母草碱、芦丁、异槲皮苷的含量差异较大, 可能与气候、土质等有关。经方法学研究表明, 本文方法重现性良好, 操作简便, 可作为益母草质量鉴定的依据。

## References

- [1] Gao XM. Traditional Chinese Medicine (中药学) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2000: 96.
- [2] Chinese Pharmacopoeia Committee. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (Part 1) (中华人民共和国药典, 一部) [S]. Beijing: China Medical Science Press, 2015: 290-291.
- [3] Cong Y, Wang JH, Guo HR, et al. Isolation and identification of the chemical constituents of *Leonurus japonicus* Houtt. II [J]. Chin J Med Chem (中国药物化学杂志), 2003, 13: 349-350.
- [4] Zhang Y, Deng S, Li XX, et al. Isolation and identification of constituents from *Leonurus japonicus* II [J]. Chin J Med Chem (中国药物化学杂志), 2013, 23: 480-485.
- [5] Cong Y, Guo JG, Wang TX, et al. Chemical constituents and antitumor activity on leukemia K562 cell of *Leonurus heterophyllus* [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2009, 34: 1816-1818.
- [6] Deng S, Liu LL, Chen Y, et al. Study on chemical constituents of *Leonurus japonicus* Houtt. III [J]. J Tianjin Univ Tradit Chin Med (天津中医药大学学报), 2014, 33: 362-365.
- [7] Zhang X, Peng GP. Development of chemical constituents for *Leonurus* [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2003, 15: 162-166.
- [8] Zhong NY, Zhang WT, Tang DF, et al. Fingerprint method and multi-component quantification analysis method study of *Leonurus* liquid extract [J]. Chin J Mod Appl Pharm (中国现代应用药学), 2015, 32: 1467-1471.
- [9] He YL, Jiang WD, He SF, et al. HPLC fingerprint of Yimucao injection [J]. Chin J Med Chem (药物分析杂志), 2007, 27: 1578-1581.
- [10] Miao WJ, Yang L, Wu DR, et al. Fingerprints of *Leonurus heterophyllus* injection with capillary electrophoresis [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2007, 38: 1171-1174.
- [11] Yang C, Bao XH, Geng Z, et al. Fingerprint analysis of Yimucao injection [J]. Chin J Med Chem (药物分析杂志), 2016, 36: 1219-1224.
- [12] Deng Z, Zhang F, Zhang J, et al. Standard decoction of Leonuri Herba [J]. China J Chin Mater Med (中国中药杂志), 2017, 42: 3523-3529.