

- Prod*, 2009, 72(11): 2053-2057.
- [ 8 ] Tan N, Tao Y W, Pan J H, *et al.* Isolation, structure elucidation, and mutagenicity of four alternariol derivatives produced by the mangrove endophytic fungus No. 2240[J]. *Chem Nat Com*, 2008, 44(3): 296-300.
- [ 9 ] 王晓龙, 李守婷, 文春南, 等. 怀山药内生真菌厚孢镰刀菌的次生代谢产物研究[J]. *中草药*, 2015, 46(7): 966-969.
- [10] Wolfgang H, Michael M. Regio and stereoselective intermolecular oxidative phenol coupling in kotanin biosynthesis by *Aspergillus Niger* [J]. *Chem Bio Chem*, 2007, 8(5): 521-529.
- [11] Tepaske M, Gloer J, Wicklow D, *et al.* Isolation of bicoumarin derivative having anti-insect activity from the sclerotia[J]. *J Nat Prod*, 1992, 55(8): 1080-1086.
- [12] Koohei N, Hideyuki S, Shoichi N, *et al.* Isolation and structures of novel bicoumarins, desertorins A, B, and C, from *Emericella desertorum* [J]. *J Chin Chem Soc*, 1987, 8: 1735-1738.
- [13] 赵丽艳, 左 伟, 付琪媛, 等. 绒白乳菇子实体的化学成分研究[J]. *中草药*, 2010, 41(10): 1604-1608.
- [14] Anand S, Arun K, Raman C, *et al.* Isolation and characterization of 1, 3-dicapryloyl-2-linoleoylglycerol: A novel triglyceride from berries of *Hippophae rhamnoides* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2005, 53(8): 1021-1024.
- [15] 赵庆春, 付艳辉, 郭 涛, 等. 葫蔓藤中非生物碱类化学成分的分离与鉴定[J]. *沈阳药科大学学报*, 2007, 24(10): 619-622.
- [16] Akiyama K, Teraguchi S, Hamasaki Y, *et al.* New dimeric naphthopyrones from *Aspergillus niger*[J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(1): 136-139.
- [17] Zhan J, Gunaherath G, Wijeratne E, *et al.* Asperpyrone D and other metabolites of the plant-associated fungal strain *Aspergillus tubingensis*[J]. *Phytochemistry*, 2007, 68(3): 368-372.

## 不同产地香薷 HPLC 指纹图谱的建立及 7 种成分测定

张依欣, 凡若楠, 张崇佩, 龚千锋\*, 钟凌云, 于 欢\*  
(江西中医药大学药学院, 江西 南昌 330004)

**摘要:** 目的 建立不同产地香薷 *Mosla chinensis* ‘Jiangxiangru’ HPLC 指纹图谱, 并测定 7 种成分的含有量。方法 香薷 95% 乙醇提取液的分析采用 Diamosil C<sub>18</sub> 色谱柱 (250 nm×4.6 nm, 5 μm); 流动相乙腈 (A) -0.2% 磷酸 (B), 梯度洗脱; 柱温 30 ℃; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长 210 nm。结果 12 批样品 HPLC 指纹图谱中有 14 个共有峰, 相似度均大于 0.96。7 种成分在各自范围内线性关系良好 ( $R^2 \geq 0.998 1$ ), 平均加样回收率 94.58% ~ 95.72%, RSD 1.42% ~ 2.06%。结论 该方法准确稳定, 重复性好, 可用于不同产地香薷的质量控制。

**关键词:** 香薷; HPLC 指纹图谱; 化学成分

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2019)03-0584-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2019.03.021

## Establishment of HPLC fingerprints of *Mosla chinensis* from different growing areas and determination of seven constituents

ZHANG Yi-xin, FAN Ruo-nan, ZHANG Chong-pei, GONG Qian-feng\*, ZHONG Ling-yun, YU huan\*

(Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China)

收稿日期: 2018-06-05

基金项目: 国家中药管理局草珊瑚等 10 种中药饮片标准化建设项目 (ZYBZH-Y-JX-27)

作者简介: 张依欣 (1992—), 女, 硕士生, 从事中药炮制、饮片质量标准与炮制机制研究。Tel: 15979001007, E-mail: 453233506@qq.com

\* 通信作者: 龚千锋 (1952—), 男, 教授, 从事中药炮制传承与创新相关研究。Tel: 13970809786, E-mail: gongqf2006@163.com

于 欢 (1986—), 女, 博士后, 讲师, 从事中药炮制传承、饮片质量标准与炮制机制研究。Tel: 18607090626, E-mail: 416931863@qq.com

**ABSTRACT: AIM** To establish the HPLC fingerprints of *Mosla chinensis* ‘Jiangxiangru’ from different growing areas and to determine the contents of seven constituents. **METHODS** The analysis of 95% ethanol extract from *M. chinensis* was developed on a 30 °C thermostatic Diamasil C<sub>18</sub> column (250 mm×4.6 mm, 5 μm), with the mobile phase comprising of acetonitrile (A) -0.2% phosphoric acid (B) flowing at 1.0 mL/min in a gradient elution manner, and the detection wavelength was set at 210 nm. **RESULTS** There were fourteen common peaks in the fingerprints of twelve batches of samples, with the similarities of more than 0.96. Seven constituents showed good linear relationships within their own ranges ( $R^2 \geq 0.9981$ ), whose average recoveries were 94.58%–95.72% with the RSDs of 1.42%–2.06%. **CONCLUSION** This accurate, stable and reproducible method can be used for the quality control of *M. chinensis* from different growing areas.

**KEY WORDS:** *Mosla chinensis* ‘Jiangxiangru’; HPLC fingerprints; chemical constituents

香薷，又名香薷、香茹，为江西省道地药材，其入药始见于《名医别录》，古人治暑病，常以香薷饮为首药，是唇形科植物石香薷 *Mosla chinensis* Maxim 或江香薷 *Mosla chinensis* ‘Jiangxiangru’ 的干燥地上部分<sup>[1]</sup>。主要功效为发汗而解表，化湿和中而解暑，开宣肺气而利水消肿<sup>[2]</sup>。香薷作为全草入药，临床上主要用于治疗暑湿感冒、恶寒发热、头痛无汗、水肿、腹痛吐泻。香薷中的活性成分主要为挥发油类<sup>[3-5]</sup>、黄酮类<sup>[6-9]</sup>、多糖类等<sup>[10-11]</sup>，现代研究表明香薷中黄酮类是其发挥抗菌抗炎作用的主要成分之一<sup>[12-13]</sup>。现对不同产地不同批次的香薷饮片及鲜品建立 HPLC 指纹图谱，并测定 7 种黄酮类成分的含有量，以期对香薷质量控制及道地药材考证提供参考。

## 1 仪器与材料

1.1 仪器 Ultimate 3000 型高效液相色谱仪（美国 Dionex 公司，配置 PDA-3000 型二极管阵列紫外检测器和 Chromeleon 工作站）；AE240 电子分析天平（十万分之一，梅特勒-托利多仪器上海有限公司）；GZX-9076MBE 电热鼓风干燥箱（上海博迅实业有限公司医疗设备厂）；SHZ-D（Ⅲ）循环水式真空泵（巩义市英峪予华仪器厂）；中药粉碎机（长沙旭朗粉碎机械有限公司）；3号标准筛（绍兴市上虞张兴纱筛厂）；KQ-5200B 超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）；水相和有机相过滤膜（上海市新亚净化器件厂）。

1.2 药材与试剂 分析纯磷酸（国药集团化学试剂有限公司）；色谱纯乙腈、甲醇、分析纯乙醇（西陇科学股份有限公司）；水为娃哈哈纯净水。咖啡酸（批号 BCTG-0286，江西本草天工生物技术有限公司）；芦丁（批号 100080-200707，中国食品药品检定研究院）；芹菜素（批号 BCTG-0208，江西本草天工生物技术有限公司）；木犀草素（批

号 BCTG-0278，江西本草天工生物技术有限公司）；木犀草素（批号 BCTG-0209，江西本草天工生物技术有限公司）；芹菜素（批号 BCTG-0257，江西本草天工生物技术有限公司）；黄芩素-7-甲醚（批号 20560-201610，南昌贝塔生物科技有限公司）。

香薷药材于 2017 年间在医药公司与药材市场收购的饮片及江西新余市分宜县采收的江香薷鲜品 12 个不同批次，经江西中医药大学张寿文教授鉴定为正品，见表 1。

表 1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

编号	产地	来源
S1	江西	江西樟树天齐堂中药饮片有限公司
S2	江西	江西宏洁中药饮片有限公司
S3	江西	江西庆仁中药饮片有限公司
S4	江西	康美药业股份有限公司
S5	江西	江西江中中药饮片有限公司
S6	江西	北京任草中药饮片有限公司
S7	江西	江西致和堂中药饮片有限公司
S8	江西	四川新荷花中药饮片股份有限公司
S9	湖南	佛山市南海北沙药材加工厂
S10	广西	北京鹤延龄药业发展有限公司
S11	浙江	浙江省药材市场
S12	江西分宜	采摘鲜品

## 2 方法与结果

2.1 对照品溶液制备 精密称取咖啡酸 395.00 μg、芦丁 530.00 μg、芹菜素 784.00 μg、木犀草素 535.00 μg、木犀草素 541.00 μg、芹菜素 406.00 μg、黄芩素-7-甲醚 400.00 μg 置于 25 mL 量瓶中，加甲醇定容，分别配制成质量浓度为 158.00、212.00、313.60、216.40、214.00、162.40、160.00 μg/mL 的对照品溶液。

### 2.2 供试品溶液制备

2.2.1 鲜品前处理 将新鲜采摘的香薷药材抢水洗净，后放置阴凉通风处阴干，剪成 1~2 cm 短

段, 备用。

2.2.2 供试品溶液制备 精密称取香薷药材 2.000 g, 加入 20 mL 95% 乙醇浸泡 1 h 后超声 (200 W, 40 kHz) 45 min, 过滤, 取续滤液, 0.22 μm 微孔滤膜过滤。

2.3 色谱条件 Diamosil C<sub>18</sub> 色谱柱 (250 nm × 4.6 nm, 5 μm); 乙腈流动相 (A) -0.2% 磷酸 (B), 梯度洗脱, 程序见表 2; 检测波长 210 nm; 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 30 °C; 进样量 10 μL。在此色谱条件下, 7 种成分得到很好的分离, 保留

时间与对照品一致。

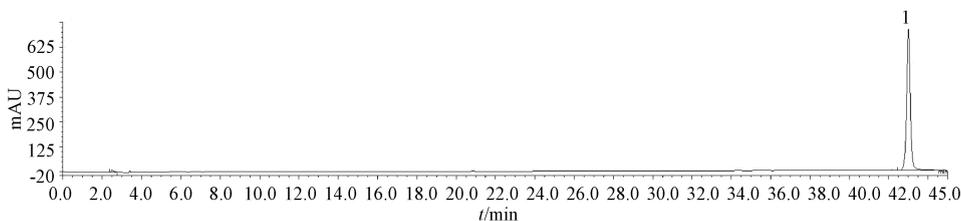
表 2 梯度洗脱程序

Tab. 2 Gradient elution programs

时间/min	A(乙腈)/%	B(0.2%磷酸水溶液)/%
0	10	90
60	50	50

2.4 方法学考察

2.4.1 系统适应性试验 取“2.1”项下对照品溶液, 在“2.3”项色谱条件下进样, 记录色谱图, 见图 1。



1. 黄芩素-7-甲醚

1. 5, 6-dihydroxy-7-methoxy-flavone

图 1 黄芩素-7-甲醚对照品 HPLC 图谱

Fig. 1 HPLC reference spectrum of 5, 6-dihydroxy-7-methoxyflavone

2.4.2 线性关系考察 精密吸取“2.1”项下对照品溶液适量至 5 mL 量瓶中, 甲醇定容至刻度, 配制不同质量浓度的对照品溶液, 在“2.3”项色谱条件下进样, 以峰面积为纵坐标 (Y), 各对照品质量浓度为横坐标 (X) 进行回归, 结果见表 3。

表 3 各成分线性关系

Tab. 3 Linear relationships of various constituents

成分	线性范围/ (μg·mL <sup>-1</sup> )	回归方程	R <sup>2</sup>
咖啡酸	15.80~158.00	Y=527.27X+2.781 3	0.999 5
芦丁	21.20~212.00	Y=495.1X+0.640 0	0.998 1
芹菜苷	31.40~313.60	Y=507.73X+0.613 5	0.998 2
木犀草苷	21.60~216.40	Y=738.34X+0.964 4	0.998 4
木犀草素	21.40~214.00	Y=1 023.1X+1.613 7	0.998 1
芹菜素	16.20~162.40	Y=1 044.6X+1.315 7	0.998 5
黄芩素-7-甲醚	20.70~160.00	Y=995.44X+3.063 6	0.999 9

2.4.3 精密度试验 精密吸取“2.2”项下同一供试品溶液 (S1) 适量, 0.22 μm 微孔滤膜过滤, 在“2.3”项色谱条件下连续进样 6 次, 测得咖啡酸、芦丁、芹菜苷、木犀草苷、木犀草素、芹菜素、黄芩素-7-甲醚各主要共有峰相对保留时间和峰面积 RSD<2.75%, 表明该方法精密度良好。

2.4.4 重复性试验 平行称取 6 份同一样品 (S1), 按“2.2”项下方法制备 6 份供试品溶液, 在“2.3”项色谱条件下进样, 测得咖啡酸、芦丁、芹菜苷、木犀草苷、木犀草素、芹菜素、黄芩

素-7-甲醚各主要共有峰相对保留时间和峰面积 RSD<2.82%, 表明该方法重复性良好。

2.4.5 稳定性试验 取同一供试品 (S1) 溶液, 在“2.3”项色谱条件下, 分别于 0、2、4、6、8、12 h 进样, 测得咖啡酸、芦丁、芹菜苷、木犀草苷、木犀草素、芹菜素、黄芩素-7-甲醚各主要共有峰相对保留时间和峰面积 RSD<2.82%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.4.6 加样回收率试验 精密称取 6 份已知含有量的 S1 香薷供试品 1.000 g, 分别加入高、中、低 3 种不同质量浓度的 7 种对照品, 加入 20 mL 95% 乙醇, 按“2.2”项下方法制备质量浓度减半的供试品溶液, 在“2.3”项色谱条件下进样, 计算加样回收率, 见表 4。

2.4.7 样品含有量测定 取香薷样品, 按“2.2”项下方法制成供试品溶液, 在“2.3”项色谱条件下进样, 测定含有量, 结果见表 5。

可知, 天齐堂饮片公司的香薷药材 (S1) 均含有此 7 种成分, 且芹菜苷与黄芩素-7-甲醚在所有批次中均能检测到, 由于黄芩素-7-甲醚的含有量相对最高, 便于指认, 因此指纹图谱主要以 S1 中黄芩素-7-甲醚为参照峰。

2.5 指纹图谱建立及分析

2.5.1 指纹图谱建立 称取药材粉末约 2.000 g,

表4 各成分加样回收率试验结果 (n=6)

Tab. 4 Results of recovery tests for various constituents (n=6)

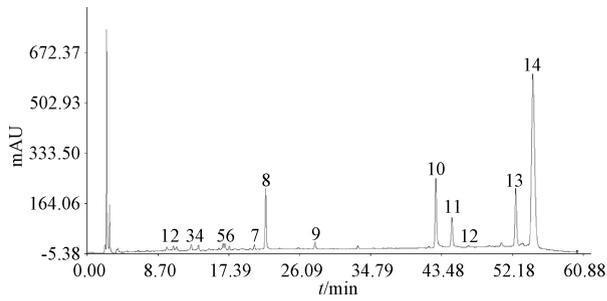
成分	原有量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
咖啡酸	0.33	0.89	1.19	96.63	95.70	1.52
	0.33	0.84	1.15	97.39		
	0.33	0.36	0.67	95.77		
	0.33	0.41	0.72	95.82		
	0.33	0.03	0.36	93.10		
	0.33	0.02	0.35	95.45		
芦丁	0.08	1.21	1.26	97.36	95.72	1.42
	0.08	1.05	1.18	96.49		
	0.08	0.68	0.74	96.32		
	0.08	0.67	0.73	95.85		
	0.08	0.19	0.26	93.58		
	0.08	0.19	0.26	94.74		
芹菜苷	3.15	1.21	4.32	96.77	94.80	1.60
	3.15	1.10	4.21	96.28		
	3.15	0.65	3.76	94.57		
	3.15	0.60	3.72	94.84		
	3.15	0.24	3.37	93.31		
	3.15	0.22	3.35	93.02		
木犀草苷	0.21	1.01	1.19	96.93	94.58	1.95
	0.21	1.01	1.18	96.23		
	0.21	0.66	0.83	94.22		
	0.21	0.67	0.85	94.96		
	0.21	0.22	0.41	93.02		
	0.21	0.24	0.43	92.12		
木犀草素	0.68	1.31	1.95	96.80	95.14	1.69
	0.68	1.42	2.05	96.41		
	0.68	0.89	1.53	95.08		
	0.68	0.86	1.51	96.18		
	0.68	0.35	1.01	93.22		
	0.68	0.38	1.04	93.18		
芹菜素	0.15	1.32	1.43	96.97	94.92	1.81
	0.15	1.30	1.41	96.85		
	0.15	0.85	0.95	94.67		
	0.15	0.81	0.92	94.83		
	0.15	0.35	0.47	92.75		
	0.15	0.32	0.45	93.46		
黄芩素-7-甲醚	25.41	1.21	26.59	97.44	95.48	2.06
	25.41	1.31	26.69	97.56		
	25.41	0.85	26.22	95.86		
	25.41	0.84	26.21	95.69		
	25.41	0.44	25.82	93.33		
	25.41	0.40	25.78	92.96		

表5 各成分含有量测定结果 (mg)

Tab. 5 Results of content determination of various constituents (mg)

批次	咖啡酸	芦丁	芹菜苷	木犀草苷	木犀草素	芹菜素	黄芩素-7-甲醚
S1	0.73	0.16	6.10	0.39	1.39	0.30	49.91
S2	2.79	3.86	13.09	—	5.79	2.06	95.66
S3	—	—	5.15	—	1.82	—	61.17
S4	—	—	4.05	—	—	—	40.97
S5	—	0.94	7.46	—	0.79	0.81	42.97
S6	0.14	3.01	5.71	—	4.71	0.29	69.37
S7	0.32	0.33	4.87	0.13	1.75	0.36	43.01
S8	—	0.11	1.54	0.21	0.59	—	28.78
S9	0.45	0.74	9.84	—	3.70	1.07	60.67
S10	—	—	1.40	0.98	2.71	2.20	26.79
S11	1.74	1.32	16.79	—	11.96	1.69	53.37
S12	—	—	1.79	0.47	2.57	—	28.11

按“2.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.3”项色谱条件下进样，记录60 min 色谱图，见图2。



2. 咖啡酸 4. 芦丁 5. 芹菜苷 6. 木犀草苷 7. 木犀草素 9. 芹菜素 10. 黄芩素-7-甲醚  
2. caffeic acid 4. rutin 5. apigenin 6. cynaroside 7. luteolin  
9. apigenin 10. 5, 6-dihydroxy-7-methoxyflavone

图2 香薷 HPLC 对照图谱

Fig. 1 HPLC reference spectrum of *M. chinensis*

2.5.2 共有指纹峰标定 将12批次样品 HPLC 指纹图谱导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A版)，以S1号批次香薷药材为参照图谱，以平均数法、时间窗宽度0.1生成对照图谱。详细比较了所有批次样品的 HPLC 色谱图，共确定了14个特征共有峰，其中2号峰为咖啡酸、4号峰为芦丁、5号峰为芹菜苷、6号峰为木犀草苷、7号峰为木犀草素、9号峰为芹菜素、10号峰为黄芩素-7-甲醚。以10号峰为参照峰，计算各色谱峰保留时间和保留峰面积与同一图谱中10号峰的保留

时间和保留峰面积比值，共有峰相对保留时间的RSD值较小，而相对峰面积的RSD值较大，表明不同产地香薷的指纹图谱中主要峰出峰时间接近，整体图貌基本一致，但各个产地以及饮片、鲜品中含有量差别较大。

2.5.3 参照峰选择 通过观察色谱图，发现10号峰峰面积较大，出峰时间适宜，其分离度较好且含有量较稳定(8号、13号、14号峰的出峰时间也适宜，但是个别峰不及10号峰稳定性高，且10号峰为已知峰)，故选择该峰作为参照峰(S)建立香薷药材 HPLC 指纹图谱的共有模式，见图3。

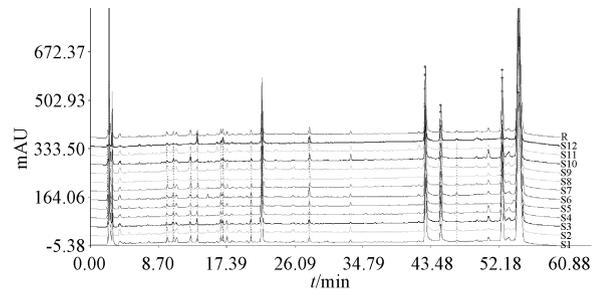


图3 12批样品 HPLC 指纹图谱

Fig. 3 HPLC fingerprints of twelve batches of samples

2.5.4 相似度分析 将12批不同香薷药材 HPLC 指纹图谱导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A版)中以对照指纹图谱进行相似度评价，结果见表6，各批次间相似度均在0.96以上，表明不同批次间相似度良好。

表6 12批样品相似度

Tab. 6 Similarities of twelve batches of samples

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	R
1	0.969	0.99	0.987	0.982	0.939	0.995	0.976	0.993	0.972	0.945	0.935	0.991
0.969	1	0.979	0.929	0.942	0.98	0.965	0.981	0.971	0.973	0.982	0.975	0.986
0.990	0.979	1	0.968	0.965	0.969	0.995	0.994	0.991	0.984	0.963	0.954	0.997
0.987	0.929	0.968	1	0.989	0.894	0.986	0.951	0.978	0.955	0.905	0.89	0.971
0.982	0.942	0.965	0.989	1	0.894	0.979	0.954	0.985	0.948	0.909	0.887	0.971
0.939	0.980	0.969	0.894	0.894	1	0.948	0.981	0.939	0.98	0.991	0.99	0.973
0.995	0.965	0.995	0.986	0.979	0.948	1	0.986	0.993	0.981	0.949	0.938	0.994
0.976	0.981	0.994	0.951	0.954	0.981	0.986	1	0.982	0.991	0.973	0.963	0.994
0.993	0.971	0.991	0.978	0.985	0.939	0.993	0.982	1	0.967	0.941	0.926	0.99
0.972	0.973	0.984	0.955	0.948	0.98	0.981	0.991	0.967	1	0.981	0.972	0.991
0.945	0.982	0.963	0.905	0.909	0.991	0.949	0.973	0.941	0.981	1	0.996	0.975
0.935	0.975	0.954	0.89	0.887	0.99	0.938	0.963	0.926	0.972	0.996	1	0.966
0.991	0.986	0.997	0.971	0.971	0.973	0.994	0.994	0.99	0.991	0.975	0.966	1

### 3 讨论与结论

3.1 样品处理方法考察 根据2015版《中国药典》<sup>[14]</sup>中对香薷的记载，香薷的主要成分为挥发油类，采用水蒸气蒸馏法进行提取，但挥发油类成分易挥发，稳定性较差，使用黄酮类作为香薷药材指

纹图谱考察主要因素更为适宜。该成分提取方法多为超声辅助提取和回流提取<sup>[15-18]</sup>，本实验采用正交设计，优选出香薷黄酮最佳提取工艺为溶于95%乙醇，浸泡1 h，超声45 min，方法简便，时间短，提取效率高。

3.2 色谱条件考察<sup>[19]</sup> 本实验考察了甲醇-磷酸水溶液、甲醇-冰醋酸水溶液、乙腈-冰醋酸水溶液等洗脱系统,以指标成分色谱峰作为参考指标,发现当流动相为乙腈-0.2%磷酸水时分离程度最佳,且保留时间符合要求。

本实验选取不同产地12批样品,前期采用TLC技术初步定性,大致确定香薷药材中含有咖啡酸、芦丁、芹菜苷、木犀草苷、木犀草素、芹菜素、山柰酚、黄芩素-7-甲醚等成分,因此建立了8种成分的HPLC指纹图谱,但由于山柰酚含量极低,难以准确定量,故最终以7种成分作为检识指标。本实验尚存在鲜品数量较少、饮片与鲜品对比不够显著的不足,亟待进一步研究分析。

#### 参考文献:

[1] 苗琦,方文娟,张晓毅,等.江香薷化学成分及药理作用研究进展[J].江西中医药大学学报,2015,27(2):117-120.

[2] 陈钟文,吴文茂,刘华,等.药用香薷类植物化学成分的研究[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(24):260-264.

[3] 向平,娄桂群,王仕艳,等.香薷、野草挥发油分析及其生物活性评价[J].中成药,2017,39(9):1880-1884.

[4] 谢婷.HPLC法测定复方香薷水中麝香草酚、香荆芥酚、木香烯内酯、去氢木香内酯和迷迭香酸[J].中成药,2014,36(6):1217-1222.

[5] Li C, Jian Y S, Liu Y, et al. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Mosla chinensis* Maxim[J]. *Food Chem*, 2009, 115(3): 801-805.

[6] 常秋,蒋华军,罗敏燕,等.不同地区香薷各部位总黄酮及游离黄酮的分析研究[J].中成药,2013,35(3):

580-584.

[7] Li J E, Fan S T, Qiu Z H, et al. Total flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru[J]. *LWT - Food Sci Technol*, 2015, 64(2): 1022-1027.

[8] 甘正伟,陈学泽.香薷总黄酮化合物提取工艺研究[J].食品与机械,2012,28(2):135-138.

[9] 李景恩,聂少平,邵灯寅,等.响应曲面法优化江香薷总黄酮提取工艺[J].食品工业,2013,34(9):6-9.

[10] Li J E, Nie S P, Xie M Y, et al. Chemical composition and antioxidant activities in immunosuppressed mice of polysaccharides isolated from *Mosla chinensis* Maxim cv. Jiangxiangru[J]. *Int Immunopharmacol*, 2013, 17(2): 267-274.

[11] Li J E, Cui S W, Nie S P, et al. Structure and biological activities of a pectic polysaccharide from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru[J]. *Carbohydr Polym*, 2014, 105(1): 276-284.

[12] 张琦,吴巧凤,朱文瑞,等.石香薷总黄酮的体外抗氧化作用研究[J].中华中医药学刊,2014,32(10):2317-2319.

[13] 李建成,徐娟,张泽涛,等.香薷黄酮分离纯化及其抗氧化活性测试[J].西部林业科学,2017,46(1):12-16.

[14] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2015年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:259.

[15] 钱克藏,余陈欢.香薷总黄酮的超声提取工艺研究[J].中华中医药学刊,2011,29(4):845-847.

[16] 蒋亚奇,刘鑫,吴巧凤.石香薷总黄酮的提取动力学研究[J].中成药,2013,35(12):2744-2746.

[17] 刘颖新,刘利利,邱艳明,等.星点设计-响应面分析法优选香薷提取工艺[J].中国药房,2014,25(19):1757-1760.

[18] 李羚,李丽,周孟群.双水相与超声波耦合法提取香薷黄酮[J].云南化工,2016,43(5):29-31.

[19] 杨玲,孙耀志,高松,等.香薷水煎液HPLC指纹图谱[J].中国实验方剂学杂志,2017,23(24):96-99.