

[成分分析]

UPLC 法同时测定桑白皮中 8 种成分

赵 威^{1,2}, 曹彦刚³, 杨雁芸¹, 王小兰^{1,2}, 匡海学³, 邹忠梅⁴, 冯卫生^{1,2}, 郑晓珂^{1,2*}

(1. 河南中医学院药学院, 河南郑州 450046; 2. 呼吸疾病诊疗与新药研发河南省协同创新中心, 河南郑州 450046; 3. 黑龙江中医药大学, 黑龙江哈尔滨 150040; 4. 中国医学科学院中国协和医科大学药用植物研究所, 北京 100094)

摘要: 目的 建立 UPLC 法同时测定桑白皮 *Mori Cortex* 30%、50%、80% 乙醇组分中桑皮苷 A、桑辛素 M-6, 3'-O-β-D-二葡萄糖苷、5, 7-二羟基香豆素、东莨菪亭、桑辛素 M、桑辛素 M-3'-O-β-D-葡萄糖苷、桑黄酮 G、桑辛素的含有量。

方法 分析采用 Dionex Acclaim™ RSLC 120 C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 100 mm, 2.2 μm); 以 0.1% 乙酸水溶液 (A) - 甲醇 (B) (30% 乙醇)、0.1% 磷酸水溶液 (A) - 甲醇 (B) (50% 乙醇)、0.1% 磷酸水溶液 (A) - 乙腈 (B) (80% 乙醇) 为流动相, 梯度洗脱; 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 20 °C; 检测波长 305 nm (30% 乙醇)、315 nm (50% 乙醇)、280 nm (80% 乙醇)。结果 8 种成分均呈良好的线性关系 ($r > 0.999$)，平均加样回收率 95% ~ 105%，RSD 均小于 5%。结论 该方法准确简便, 敏感度高, 适用于桑白皮中化学成分的测定。

关键词: 桑白皮; 化学成分; UPLC

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2016)08-1754-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2016.08.020

Simultaneous determination of eight constituents in *Mori Cortex* by UPLC

ZHAO Wei^{1,2}, CAO Yan-gang³, YANG Yan-yun¹, WANG Xiao-lan^{1,2}, KUANG Hai-xue³, ZOU Zhong-mei⁴, FENG Wei-sheng^{1,2}, ZHENG Xiao-ke^{1,2*}

(1. College of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 2. Collaborative Innovation Center for Respiratory Disease Diagnosis and Treatment & Chinese Medicine Development of Henan Province, Zhengzhou 450046, China; 3. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China; 4. Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100094, China)

ABSTRACT: AIM To establish a UPLC method for simultaneously determining the contents of mulberroside A, moracin M-6, 3'-di-O-β-D-glucopyranoside, 5, 7-dihydroxycoumarin, scopoletin, moracin M, moracin M-3'-O-β-D-glucopyranoside, kuwanon G and moracin in 30%, 50% and 80% ethanol extracts of *Mori Cortex*. **METHODS**

The analysis was performed on Dionex Acclaim™ RSLC 120 C₁₈ column (2.1 mm × 100 mm, 2.2 μm), mobile phases were 0.1% acetic acid aqueous solution (A) -methanol (B) (30% ethanol), 0.1% phosphoric acid aqueous solution (A) -methanol (B) (50% ethanol) and 0.1% phosphoric acid aqueous solution (A) -acetonitrile (B) (80% ethanol) for gradient elution, flow rate was 0.3 mL/min, column temperature was maintained at 20 °C, and detection wavelengths were set at 305 nm (30% ethanol), 315 nm (50% ethanol) and 280 nm (80% ethanol). **RESULTS** These eight constituents showed good linear relationships ($r > 0.999$), whose average recoveries were 95% – 105% with the RSDs of less than 5%. **CONCLUSION** The method is accurate and simple with high sensitivity, which is suitable for the determination of chemical constituents in *Mori Cortex*.

KEY WORDS: *Mori Cortex*; chemical constituents; UPLC

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 科学技术部国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (2013CB531800); 国家重点基础研究发展计划 (2013CB531802)

作者简介: 赵 威 (1989—), 女, 硕士生, 从事中药活性成分及作用机制研究。Tel: 18236159652, E-mail: 18236159652@163.com

* 通信作者: 郑晓珂 (1961—), 女, 博士, 教授, 博士生导师, 从事中药活性成分及作用机制研究。Tel: (0371) 65680011, E-mail: zhengxk.2006@163.com

中药药性理论是中药的核心理论，也是指导中医临床用药的重要依据，国内学者展开多项研究以阐明其科学内涵，本项目组首席科学家匡海学教授提出“中药性味的物质基础是可拆分、可组合”这一新假说^[1-2]，在遵循整体研究框架的基础上，首先对桑白皮 *Morus Cortex L.* 的物质基础进行了可拆分性研究，并采用所构建的性味药理学评级体系对各组分药理活性进行研究，从而实现性味归属。为了保证有效组分药理活性的重复性和稳定性，本实验针对该植物各拆分组分的质量控制进行研究。

桑白皮为桑科植物桑 *Morus Cortex L.* 的干燥根皮，始载于《神农本草经》，列为中品^[3]，其性寒，味甘，归肺经，具有泻肺平喘，利水消肿的功效。前期研究以桑白皮为研究对象，运用现代化学分离技术对其物质基础进行了可拆分性研究，并成功拆分为成分互不交叉的6个组分，即挥发油、脂肪油、醇沉、30%乙醇、50%乙醇和80%乙醇组分，结合HPLC、UPLC及各种化学计量法验证了其互不交叉性^[4-5]，并进一步展开了药理研究^[6-9]。本实验采用UPLC法，对30%乙醇组分中桑皮苷A、桑辛素M-6, 3'-O-β-D-二葡萄糖苷、5,7-二羟基香豆素，50%乙醇组分中东莨菪亭、桑辛素M、桑辛素M-3'-O-β-D-葡萄糖苷及80%乙醇组分中桑黄酮G、桑辛素的含有量同时进行定量分析，为桑白皮各化学拆分组分的质量控制奠定基础。

1 仪器与试药

1.1 仪器 戴安 Ultimate 3000 超高效液相色谱仪，配置三元泵、DAD 检测器、柱温箱、自动进样器、Chromelone Xpress 色谱工作站、Hystar 软件（美国 Dionex 公司）；Milli-Q 超纯水系统（美国 Millipore 公司）；SB25-12DTD 型超声波清洗机（宁波新芝生物科技股份有限公司）；BT-25S 型电子天平（十万分之一，德国赛多利斯公司）；AB204-N 型电子天平（万分之一，德国梅特勒公司）。

Diaion HP-20 大孔吸附树脂（日本三菱公司）。甲醇、乙腈为色谱纯（美国天地公司）；95%乙醇为分析纯（北京化工厂）；磷酸、乙酸为分析纯（天津市致远化学试剂有限公司）；水为超纯水。

1.2 试药 桑白皮药材购自郑州市中药材市场，经河南中医药大学药学院董诚明教授鉴定为桑科桑属植物桑 *Morus alba L.* 的干燥根皮。

桑黄酮G（批号CHB-S-044）、桑辛素（批号CHB-S-005）对照品含有量均大于98%，由成都克洛玛生物科技有限公司提供。桑辛素M-6, 3'-O-β-D-二葡萄糖苷、5,7-二羟基香豆素、桑皮苷A、东莨菪亭、桑辛素M、桑辛素M-3'-O-β-D-葡萄糖苷均由本实验室从桑白皮中分得，含有量均大于98%^[10]。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 见表1。

表1 UPLC 色谱条件
Tab. 1 UPLC chromatogram conditions

条件	30% 乙醇组分	50% 乙醇组分	80% 乙醇组分
色谱柱	Acclaim TM RSLC 120 C ₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 2.2 μm)	Acclaim TM RSLC 120 C ₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 2.2 μm)	Acclaim TM RSLC 120 C ₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 2.2 μm)
流动相	0.1%乙酸水溶液(A)-甲醇(B) 0~3 min, 5% B; 3~7 min, 5% ~ 30% B; 7~17 min, 30% ~ 33% B; 17~25 min, 33% ~ 35% B	0.1%磷酸水溶液(A)-甲醇(B) 0~5 min, 10% ~ 35% B; 5~10 min, 35% ~ 46% B; 10~23 min, 46% ~ 60% B	0.1%磷酸水溶液(A)-乙腈(B) 0~5 min, 10% ~ 70% B; 5~15 min, 70% ~ 75% B; 15~25 min, 75% ~ 80% B
洗脱程序			
检测波长/nm	305	315	280
体积流量/(mL·min ⁻¹)	0.3	0.3	0.3
柱温/℃	20	20	20
进样量/μL	2	2	2

2.2 对照品溶液的制备 精密称取30%乙醇组分中桑皮苷A、桑辛素M-6, 3'-O-β-D-二葡萄糖苷、5,7-二羟基香豆素对照品适量，置于10 mL量瓶中，甲醇定容至刻度。精密吸取1 mL，甲醇稀释至5 mL，制成含桑皮苷A 0.131 8 mg/mL、桑辛素

M-6, 3'-O-β-D-二葡萄糖苷 0.053 4 mg/mL、5,7-二羟基香豆素 0.029 mg/mL的混合对照品溶液I。

精密称取50%乙醇组分中东莨菪亭、桑辛素M、桑辛素M-3'-O-β-D-葡萄糖苷对照品适量，置于10 mL量瓶中，甲醇定容至刻度。精密吸取

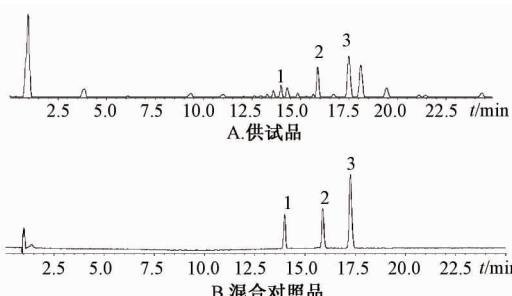
1 mL, 甲醇稀释至 5 mL, 制成含东莨菪亭 0.016 4 mg/mL、桑辛素 M 0.013 4 mg/mL、桑辛素 M-3'-O- β -D-葡萄糖苷 0.020 8 mg/mL 混合对照品溶液Ⅱ。

精密称取 80% 乙醇组分中桑黄酮 G、桑辛素对照品适量, 置于 10 mL 量瓶中, 甲醇定容至刻度。精密吸取 1 mL, 甲醇稀释至 5 mL, 制成含桑黄酮 G 0.059 2 mg/mL、桑辛素 0.002 8 mg/mL 混合对照品溶液Ⅲ。

2.3 供试品溶液的制备 精密称取桑白皮药材 25 g, 置于 500 mL 圆底烧瓶中, 浸泡 1 h, 10 倍量水煎煮 3 次, 每次 1 h, 提取液减压浓缩至 1 倍量, 等体积石油醚萃取, 分液漏斗分离石油醚层和溶液层, 溶液离心, 取上清液浓缩至适量, 上 Diaion HP-20 大孔吸附树脂柱, 依次用水、30%、50%、80% 乙醇梯度洗脱, 水洗脱组分浓缩醇沉后, 上清液并入 30% 乙醇洗脱组分中, 最终得到 30%、50% 和 80% 乙醇组分。各洗脱液浓缩干燥, 分别得到 30% 乙醇组分 1.83 g、50% 乙醇组分 0.094 g、80% 乙醇组分 0.049 g, 甲醇超声溶解, 定容于 25 mL 量瓶中, 0.22 μ m 微孔滤膜滤过, 取续滤液, 即得。

2.4 系统适应性试验

2.4.1 30% 乙醇组分 精密吸取桑皮苷 A、桑辛素 M-6, 3'-O- β -D-二葡萄糖苷、5, 7-二羟基香豆素混合对照品、供试品溶液各 2 μ L, 在表 1 色谱条件下进行测定, 结果见图 1。由图可知, 以上成分的保留时间与相应的对照品溶液色谱图一致, 而且与其相邻色谱峰达到基线分离。



1. 桑皮苷 A 2. 桑辛素 M-6, 3'-O- β -D-二葡萄糖苷 3. 5, 7-二羟基香豆素

1. mulberroside A 2. moracin M-6, 3'-di-O- β -D-glucopyranoside
3. 5, 7-dihydroxycoumarin

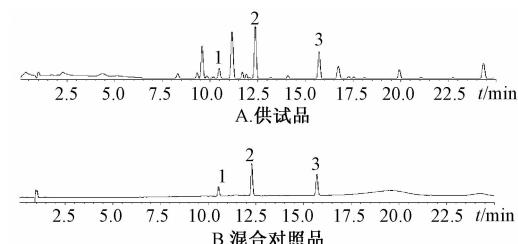
图 1 UPLC 色谱图 (30% 乙醇)

Fig. 1 UPLC chromatograms (30% ethanol)

2.4.2 50% 乙醇组分

精密吸取东莨菪亭、桑辛

素 M、桑辛素 M-3'-O- β -D-葡萄糖苷混合对照品、供试品溶液各 2 μ L, 在表 1 色谱条件下进行测定, 结果见图 2。由图可知, 以上成分的保留时间与相应的对照品溶液色谱图一致, 而且与其相邻色谱峰达到基线分离。

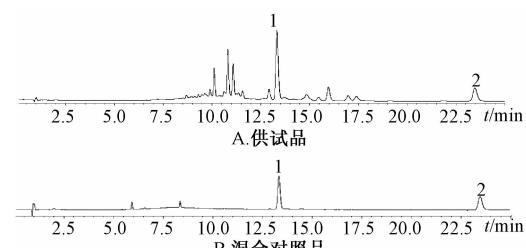


1. 东莨菪亭 2. 桑辛素 M 3. 桑辛素 M-3'-O- β -D-葡萄糖苷
1. scopolletin 2. moracin M 3. moracin M-3'-O- β -D-glucopyranoside

图 2 UPLC 色谱图 (50% 乙醇)

Fig. 2 UPLC chromatograms (50% ethanol)

2.4.3 80% 乙醇组分 精密吸取桑黄酮 G 和桑辛素混合对照品、供试品溶液各 2 μ L, 在表 1 色谱条件下进行测定, 结果见图 3。由图可知, 以上成分的保留时间与相应的对照品溶液色谱图一致, 而且与其相邻色谱峰达到基线分离。



1. 桑黄酮 G 2. 桑辛素
1. kuwanon G 2. moracin

图 3 UPLC 色谱图 (80% 乙醇)

Fig. 3 UPLC chromatograms (80% ethanol)

2.5 方法学考察

2.5.1 线性关系 精密吸取“2.2”项下混合对照品溶液 1、2、3、4、5、6 μ L, 注入液相色谱仪中。以进样量 (μ g) 为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y) 绘制标准曲线, 结果见表 2, 表明以上成分在各自范围内线性关系良好。

2.5.2 精密度试验 精密吸取对照品溶液 2 μ L, 在“2.1”项色谱条件下连续进样 6 次, 记录峰面积, 测得各成分峰面积 RSD 分别为 3.6%、2.9%、2.0%、1.5%、3.1%、1.6%、1.4%、1.4%, 表明仪器精密度良好。

表2 各成分线性关系 ($n=6$)
Tab. 2 Linear relationships of various constituents ($n=6$)

成分	回归方程	r	线性范围/ μg
桑皮苷 A	$Y = 2914.2X - 14.0350$	1.000 0	0.131 8 ~ 0.790 8
桑辛素 M-6,3'-O- β -D-二葡萄糖苷	$Y = 1262.3X + 6.2998$	0.999 6	0.053 4 ~ 0.320 4
5,7-二羟基香豆素	$Y = 3426.8X - 2.8327$	0.999 4	0.029 0 ~ 0.174 0
东莨菪亭	$Y = 2217.9X - 1.5037$	0.999 3	0.016 4 ~ 0.098 4
桑辛素 M	$Y = 4245.2X - 1.4805$	0.999 9	0.013 4 ~ 0.080 4
桑辛素 M-3'-O- β -D-葡萄糖苷	$Y = 3670.6X - 3.5510$	0.999 7	0.020 8 ~ 0.124 8
桑黄酮 G	$Y = 2843.2X - 3.8096$	0.999 9	0.059 2 ~ 0.355 2
桑辛素	$Y = 10845.8X - 4.5010$	0.999 1	0.002 8 ~ 0.016 8

2.5.3 重复性试验 取桑白皮药材6份，按“2.3”项下方法制备6份供试品溶液，精密吸取2 μL ，在“2.1”项色谱条件下分析，测得各成分含有量分别为2.105 6、0.386 3、0.436 7、4.042 5、2.813 8、5.678 6、32.511 7、1.281 1 mg/g ，RSD分别为0.71%、0.98%、0.49%、0.84%、1.1%、0.88%、2.0%、3.4%，表明该方法重复性良好。

2.5.4 稳定性试验 取同一供试品溶液，在

“2.1”项色谱条件下于0、2、4、6、8、12 h进样分析，测得各成分峰面积RSD值分别为3.0%、0.38%、0.68%、0.54%、0.24%、1.1%、1.2%，表明供试品溶液在12 h内稳定性良好。

2.5.5 加样回收率试验 精密称取含有量已知的桑白皮药材6份，每份25 g，按照样品含有量一半的80%、100%和120%加入对照品，按“2.3”项下方法制备6份供试品溶液，在“2.1”色谱条件下分析，结果见表3。

表3 加样回收率试验结果 ($n=6$)Tab. 3 Results of recovery tests ($n=6$)

成分	取样量/g	原有量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/% (RSD/%)
桑皮苷 A	25.01	3.815	1.525	5.377	102.4	98.6
	25.20	3.870	1.525	5.293	93.3	(3.2)
	25.10	3.898	1.947	5.865	101.0	
	25.21	3.850	1.947	5.776	98.9	
	25.00	3.870	2.230	6.152	98.4	
	25.20	3.817	2.230	6.074	97.3	98.1
桑辛素 M-6,3'-O- β -D-二葡萄糖苷	25.01	0.7075	0.2830	0.9882	99.2	(0.78)
	25.20	0.6848	0.2830	0.9638	98.6	
	25.10	0.7036	0.3593	1.055	97.9	
	25.21	0.7186	0.3593	1.069	97.4	
	25.00	0.7250	0.4350	1.148	97.3	
	25.20	0.7018	0.4350	1.131	98.7	
5,7-二羟基香豆素	25.01	0.7926	0.3170	1.108	99.5	102.5
	25.20	0.7920	0.3170	1.179	104.2	(2.4)
	25.10	0.7988	0.3994	1.201	100.8	
	25.21	0.8025	0.3994	1.206	102.5	
	25.00	0.8045	0.4827	1.295	101.7	
	25.20	0.8050	0.4827	1.319	106.5	
东莨菪亭	25.01	0.3775	0.1510	0.5311	101.7	100.1
	25.20	0.3750	0.1510	0.5228	97.9	(1.3)
	25.10	0.3800	0.1913	0.5730	100.9	
	25.21	0.3825	0.1913	0.5734	99.8	
	25.00	0.3800	0.2310	0.6117	100.3	
	25.20	0.3850	0.2310	0.6103	99.7	
桑辛素 M	25.01	0.2675	0.1070	0.3739	99.4	100.1
	25.20	0.2570	0.1070	0.3657	101.6	(1.1)
	25.10	0.2675	0.1350	0.4029	100.3	

续表3

成分	取样量/g	原有量/mg	加入量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均回收率/% (RSD/%)
桑辛素 M-3'-O-β-D-葡萄糖苷	25.21	0.270 0	0.135 0	0.406 6	101.2	
	25.00	0.267 5	0.162 0	0.427 7	98.9	
	25.20	0.270 0	0.162 0	0.430 5	99.1	
	25.01	0.532 5	0.213 0	0.745 7	100.1	99.5
	25.20	0.512 0	0.213 0	0.724 4	99.7	(0.54)
	25.10	0.533 3	0.271 3	0.802 2	99.1	
	25.21	0.542 5	0.271 3	0.811 9	99.3	
	25.00	0.537 5	0.327 0	0.860 6	98.8	
	25.20	0.545 0	0.327 0	0.872 3	100.1	
	25.01	1.588	0.635 2	2.221	99.6	100.1
桑黄酮 G	25.20	1.604	0.635 2	2.243	100.6	(1.0)
	25.10	1.600	0.800 0	2.414	101.7	
	25.21	1.597	0.800 0	2.395	99.8	
	25.00	1.596	1.176 0	2.757	98.7	
	25.20	1.576	1.176 0	2.757	100.4	
	25.01	0.056 3	0.024 2	0.081 3	103.4	98.7
	25.20	0.060 6	0.024 2	0.084 1	97.2	(3.4)
	25.10	0.057 2	0.035 0	0.090 9	96.2	
	25.21	0.070 5	0.035 0	0.106 4	102.5	
	25.00	0.061 9	0.042 0	0.102 0	95.6	
	25.20	0.070 2	0.042 0	0.111 1	97.3	

2.6 样品含有量测定 取桑白皮药材6份，按“2.3”项下方法制备供试品溶液，在“2.1”项色

谱条件下分析，结果见表4。

表4 含有量测定结果 (mg/g, n=6)
Tab. 4 Results of content determination (mg/g, n=6)

编号	桑皮苷 A	桑辛素 M-6,3'-O-β-D-二葡萄糖苷	5,7-二羟基香豆素	东莨菪亭	桑辛素 M	桑辛素 M-3'-O-β-D-葡萄糖苷	桑黄酮 G	桑辛素
1	2.085	0.386 6	0.433 1	4.016	2.846	5.665	32.30	1.149
2	2.115	0.374 2	0.432 8	3.989	2.601	5.447	32.72	1.237
3	2.130	0.384 5	0.436 5	4.043	2.846	5.673	32.65	1.168
4	2.104	0.392 7	0.438 5	4.069	2.872	5.771	32.64	1.438
5	2.115	0.396 2	0.439 6	4.043	2.846	5.718	32.58	1.263
6	2.086	0.383 5	0.439 9	4.096	2.872	5.798	32.17	1.432
平均值	2.106	0.386 3	0.436 7	4.043	2.814	5.679	32.51	1.281

3 讨论

中药的最大特点是其成分具有多样性和复杂性，无论是单味还是复方，都是多种化学成分的一个集合体，故以单一指标成分控制中药质量显然不足以表明其整体信息。而对该拆分组分的多指标成分同时进行定量时，可准确控制其质量，以保证其药理活性的有效性和稳定性。

桑白皮中的化学成分要为黄酮、苯骈呋喃、二苯乙烯、香豆素、木脂素^[11]等，以黄酮和苯骈呋喃为主。近几年药理研究表明，黄酮具有降血压、降血糖、抗病毒、抗癌等作用^[12-15]，二苯乙烯具有抗癌^[16]、美白^[17]、神经保护^[18]、抗炎^[19]等多种功效，香豆素是发挥利尿作用的物质基础^[20]。

前期对各拆分组分的化学成分进行提取分离和结构鉴定，发现30%、50%、80%乙醇组分中主要有黄酮、苯骈呋喃及少量的二苯乙烯和香豆素。化学成分是中药药效的物质基础，而且同一类化合物在功效上往往是相似甚至相同的，故本实验以黄酮和苯骈呋喃为主要指标性成分，对各拆分组分同时定量分析，从而进行质量评价。

参考文献 [21-24]，对流动相甲醇-0.2%磷酸水、乙腈-0.1%磷酸水、乙腈-0.2%磷酸水、甲醇-0.1%磷酸水、甲醇-0.1%乙酸水进行筛选，最终确定30%、50%、80%乙醇组分的流动相分别为甲醇-0.1%乙酸水、甲醇-0.1%磷酸水、乙腈-0.1%磷酸水，此时洗脱效果最佳，基线平稳，能

在比较短的时间内实现基线分离。

通过二极管阵列检测器对8种化合物进行紫外全波长扫描,发现东莨菪亭的最大吸收波长为230、345 nm,5,7-二羟基香豆素的最大吸收波长为290 nm,桑辛素M的最大吸收波长为216、315 nm,桑辛素M-3'-O- β -D-葡萄糖苷的最大吸收波长为215、315 nm,桑辛素的最大吸收波长为252 nm等。最终确定,采用305、315、280 nm分别作为30%、50%、80%乙醇组分的测定波长。

4 结论

本实验建立了UPLC法对桑白皮30%、50%、80%乙醇洗脱组分中桑皮苷A、桑辛素M-6,3'-O- β -D-二葡萄糖苷、5,7-二羟基香豆素、东莨菪亭、桑辛素M、桑辛素M-3'-O- β -D-葡萄糖苷、桑黄酮G、桑辛素含有量进行测定。与HPLC法比较,可大大缩短分析时间,并提高分析效率,可更好地对桑白皮各拆分组分的质量进行评价,进一步保证了药理活性的重复性和稳定性。

参考文献:

- [1] 匡海学,程伟.中药性味的可拆分、可组合性研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2009,11(6):768-771.
- [2] 匡海学,王艳宏,王秋红,等.基于中药性味可拆分性和可组合性的中药性味理论研究新模式[J].世界科学技术:中医药现代化,2010,12(6):1-5.
- [3] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2010年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2010;280.
- [4] 王绅,张鑫,王小兰.桑白皮性味物质基础的可拆分性研究[C]//2013全国中药与天然药物高峰论坛暨第十三届全国中药和天然药物学术研讨会论文集.北京:中国药学会中药和天然药物专业委员会;杭州:浙江省药学会,2013:37.
- [5] 王绅.中药桑白皮性味拆分工艺研究[D].郑州:河南医学院,2014.
- [6] 王小兰,赫金丽,张国顺,等.桑白皮水煎液及化学拆分组分止咳祛痰平喘作用研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2014,16(9):1951-1956.
- [7] 郑晓珂,李玲玲,曾梦楠,等.桑白皮水煎液及各化学拆分组分利尿作用研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2014,16(9):1946-1950.
- [8] 郑晓珂,袁培培,克迎迎,等.桑白皮水煎液及化学拆分组分降糖作用研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2014,16(9):1957-1967.
- [9] 冯志毅,杨梦,白义萍,等.桑白皮化学拆分组分免疫调节作用研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2014,16(9):1968-1972.
- [10] 冯卫生,曹彦刚,李芳,等.桑白皮各化学拆分组分化学成分研究[J].世界科学技术:中医药现代化,2015,17(3):492-498.
- [11] 南京中医药大学.中药大辞典:下册[M].上海:上海科学技术出版社,2006:2786-2787.
- [12] 韦媛媛,徐峰,陈晓伟,等.桑白皮黄酮平喘作用实验研究[J].时珍国医国药,2009,20(11):2743-2745.
- [13] 韦媛媛,徐峰,陈侠,等.桑白皮总黄酮的镇咳祛痰作用[J].沈阳药科大学学报,2009,26(8):644-647.
- [14] 阙启明,康宁,田海涛,等.桑皮苷的镇咳平喘作用[J].沈阳药科大学学报,2006,23(6):388-391.
- [15] 周吉银,王稳,周世文.桑药用资源的降糖作用机制研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(11):204.
- [16] Jang M, Cai L, Udeani G O, et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes[J]. Science, 1997, 275(5297): 218-220.
- [17] Likhitwitayawuid K. Stilbenes with tyrosinase inhibitory activity [J]. Curr Sci India, 2008, 94(1): 44-52.
- [18] Liu B, Hong J S. Role of microglia in inflammation-mediated neurodegenerative diseases: mechanisms and strategies for therapeutic intervention [J]. J Pharmacol Exp Ther, 2003, 304(1): 1-7.
- [19] Chung K O, Kim B Y, Lee M H, et al. In vitro and in vivo anti-inflammatory effect of oxyresveratrol from *Morus alba* L. [J]. J Pharm Pharmacol, 2003, 55(12): 1695-1700.
- [20] 徐宝林,张文娟,孙静芸.桑白皮提取物平喘、利尿作用的研究[J].中成药,2003,25(9):758-760.
- [21] 孙静芸,周羽琪,李洪玉,等.不同来源桑白皮东莨菪内酯含量测定[J].中草药,2003,34(3):266-267.
- [22] 王甫成,时维静,杨清月.HPLC程序可变波长法同时测定桑白皮中绿原酸、东莨菪内酯和桑辛素[J].中成药,2013,35(3):564-567.
- [23] 宗玉英,叶兆波,黄婷霞,等.桑白皮中桑辛素的含量测定[J].中国中药杂志2007,36(11):1038-1040.
- [24] 张国刚,左甜甜,张岩,等.桑白皮中抗病毒活性成分桑酮G的含量测定[J].中南药学,2008,6(2):142-144.