

## UPLC 法测定 7 种秦艽中 7 种指标成分的量

杨燕梅<sup>1</sup>, 马晓辉<sup>1</sup>, 卢有媛<sup>1</sup>, 吕培霖<sup>3</sup>, 林丽<sup>1,2</sup>, 王振恒<sup>1,2</sup>, 晋玲<sup>1,2\*</sup>, 朱田田<sup>1,2</sup>

1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000

2. 中(藏)药资源研究所, 甘肃 兰州 730000

3. 中国人民解放军第二十五医院, 甘肃 酒泉 735000

**摘要:** 目的 建立秦艽中马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异荛草苷和异牡荆苷测定的 UPLC 方法。方法 采用色谱柱 ACQUITY UPLC<sup>®</sup> BEH C<sub>18</sub> (50 mm×2.1 mm, 1.7 μm); 流动相甲醇-0.04%磷酸水溶液梯度洗脱, 体积流量 0.3 mL/min; 检测波长 242 nm; 柱温 30 ℃。结果 马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异荛草苷和异牡荆苷分别在 2.100~537.100、1.050~270.000、0.920~236.000、11.100~2 830.000、0.750~192.000、0.167~102.000、0.216~52.800 μg 进样量与峰面积积分值线性关系良好 ( $r \geq 0.999 5$ ), 平均回收率 97.83%~100.08%, RSD≤3.76%。结论 UPLC 较 HPLC 更简便、更有效, 可用于秦艽中 7 种指标成分的同时测定。

**关键词:** 秦艽组; UPLC; HPLC; 马钱苷酸; 獐牙菜苦苷; 6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷; 龙胆苦苷; 獐牙菜苷; 异荛草苷; 异牡荆苷

中图分类号: R286.6

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2016)11-1968-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.11.026

## Contents of seven indicative constituents in seven kinds of *Gentiana macrophylla* by UPLC

YANG Yan-mei<sup>1</sup>, MA Xiao-hui<sup>1</sup>, LU You-yuan<sup>1</sup>, LV Pei-lin<sup>3</sup>, LIN Li<sup>1,2</sup>, WANG Zhen-heng<sup>1,2</sup>, JIN Ling<sup>1,2</sup>, ZHU Tian-tian<sup>1,2</sup>

1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

2. Research Institute of Chinese (Tibetan) Medicinal Resources, Lanzhou 730000, China

3. The 25th hospital of Chinese People's Liberation Army, Jiuquan 735000, China

**Abstract: Objective** An ultra performance liquid chromatographic (UPLC) method was developed for simultaneously determining seven constituents, such as loganic acid, swertiamarin, 6'-O-β-D-glucosyl gentiopicroside, gentiopicroside, sweroside, isoorientin, and isovitexin, from the medicinal plants of *Gentiana macrophylla*. **Methods** The separation was performed on an Acquity UPLC<sup>®</sup> BEH C<sub>18</sub> column (50 mm×2.1 mm, 1.7 μm) through a gradient elution of methanol-0.04% aqueous phosphoric acid at a flow rate of 0.3 mL/min. The detection wavelength was 242 nm, and the column temperature was set at 30 ℃. **Results** For the seven analytes, loganic acid, swertiamarin, 6'-O-β-D-glucosyl gentiopicroside, gentiopicroside, sweroside, isoorientin, and isovitexin, a good linearity ( $r \geq 0.9995$ ) was obtained in the range of 2.100—537.100, 1.050—270.000, 0.920—236.000, 11.100—2 830.000, 0.750—192.000, 0.167—102.000, and 0.216—52.800 μg, respectively. Their average recoveries ( $n = 6$ ) were 97.83%—100.08%, respectively, with RSD values less than or equal to 3.76%. **Conclusion** The UPLC method is simpler and more effective than HPLC, and can be used for the simultaneous determination of seven indicative constituents in medicinal plants of *G. macrophylla*.

**Key words:** *Gentiana macrophylla* Pall.; UPLC; HPLC; loganic acid; swertiamarin; 6'-O-β-D-glucosyl gentiopicroside; gentiopicroside; sweroside; isoorientin; isovitexin

秦艽是我国重要的传统中药之一, 为抗风湿之要药, 始载于《神农本草经》, 列为中品。秦艽

*Gentiana macrophylla* Pall. 属于龙胆科 (Gentianaceae) 龙胆属 *Gentiana* (Tourm.) L. 植物, 全

收稿日期: 2015-11-10

基金项目: 中央本级重大增减支项目“名贵中药资源可持续利用能力建设”子课题“秦艽全国生产区划研究”(20603020212); “秦艽质量特征和商品规格研究”(20603020110); 2015年甘肃省高等学校科学研究项目“濒危中(藏)药麻花秦艽遗传分子与药效成分相关性研究”(2015A-098)

作者简介: 杨燕梅 (1987—), 女, 在读硕士, 研究方向为中药资源开发与质量综合评价。Tel: 13609360140 E-mail: 371694875@qq.com

\*通信作者 晋玲 (1974—), 女, 陕西韩城人, 博士生导师, 教授, 研究方向为珍稀濒危和大宗常用中药资源可持续利用。

Tel: 13659428030 E-mail: 1131858632@qq.com

世界约 20 种。甘肃分布有 9 个种，经测定，其龙胆苦苷含量都达到《中国药典》的要求<sup>[1-4]</sup>。新疆分布 4 个特有种，其龙胆苦苷量也符合《中国药典》要求<sup>[5-6]</sup>。另外，在西藏广泛分布的西藏秦艽，也常作为习用品用<sup>[7]</sup>。所以，秦艽组药用植物种类多，分布广泛，极易造成入药混乱。前期研究者多采用 HPLC 法测定指标成分分析秦艽质量，指标成分多选择 4 种环烯醚萜苷类（马钱苷酸、龙胆苦苷、獐牙菜苷和獐牙菜苦苷）。李荣娇等<sup>[8]</sup>建立了测定西藏秦艽花和川西秦艽花中落干酸、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝菥草苷、异牡荆黄素 7 种成分的 HPLC 方法。而超高效液相色谱（UPLC）较 HPLC 柱子更短、更细、填料粒径也更小，有学者同时采用 HPLC 和 UPLC 测定了土茯苓、川芎、黄芩等药材中的指标成分，比较得出 UPLC 法更能节省分析时间和溶剂的耗损，具有速度更快、准确度更高、灵敏度更高的优势<sup>[9-11]</sup>。张明燕<sup>[12]</sup>采用 UPLC 对四川省松潘地产粗茎秦艽、秦艽、麻花秦艽中马钱苷酸和龙胆苦苷的量进行了测定，但所测指标较少。本实验收集了秦艽 *G. macrophylla* Pall.、粗茎秦艽 *G. crassicaulis* Duthie ex Burk.、麻花秦艽 *G. straminea* Maxim.、小秦艽 *G. dahurica* Fisch.、黄管秦艽 *G. officinalis* H. Smith、管花秦艽 *G. siphonantha* Maxim. ex Kusnez. 和长梗秦艽 *G. waltonii* Burk. 7 种药用植物，其中秦艽、粗茎秦艽、麻花秦艽、小秦艽为药典规定品种，其他 3 个为习用品种。本实验采用 UPLC 法同时测定了 7 种秦艽中马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝菥草苷和异牡荆苷的量，从而为秦艽的质量控制提供更有效的研究方法。

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

Thermo Fisher U-3000 RSLC 超高效液相色谱仪；FW200 高速万能粉碎机；All04 电子分析天平（万分之一，上海梅特勒-托利多仪器有限公司）；OHAUS Corporation DV SERIES 型电子天平（十万分之一，奥豪斯仪器有限责任公司）；DHG-9123A 电热鼓风恒温干燥箱（上海齐欣科学仪器有限公司）；KQ-250TDB 型高频数控超声波清洗器（昆山超声仪器有限公司）。

### 1.2 试剂

甲醇、乙腈（赛默飞世尔科技有限公司集团，色谱纯）、磷酸（天津市大茂化学试剂厂，色谱纯）、水（屈臣氏蒸馏水）、其余试剂均为分析纯。对照品：龙胆苦苷（批号 110770-201314，质量分数≥98%）购于中国食品药品检定研究院；马钱苷酸（批号 MUST-15012207，质量分数≥98%）和异牡荆苷（批号 140914，质量分数>98%）购于北京世纪奥科生物技术有限公司；獐牙菜苦苷（批号 K01024CD14，质量分数≥98%）、獐牙菜苷（批号 PN1125SA13，质量分数≥98%）、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷（批号 P26M6S1，质量分数≥98%）和异菝菥草苷（批号 Y01023SA13，质量分数≥98%）购于上海源叶生物技术有限公司。

### 1.3 材料

药材均为自采，经甘肃中医药大学晋玲教授鉴定为秦艽 *Gentiana macrophylla* Pall.、粗茎秦艽 *G. crassicaulis* Duthie ex Burk.、麻花秦艽 *G. straminea* Maxim.、小秦艽 *G. dahurica* Fisch.、黄管秦艽 *G. officinalis* H. Smith、管花秦艽 *G. siphonantha* Maxim. ex Kusnez. 和长梗秦艽 *G. waltonii* Burk.。样品信息见表 1。

表 1 样品信息

Table 1 Sample information

编号	植物名	产地	GPS		海拔/m	采集时间
			东经	北纬		
1	麻花秦艽	青海省湟源县日月山	101°06'44.1"	36°26'46.4"	3 373	2014-10-04
2	秦艽	陕西省太白县生态园	107°20'560"	34°02'059"	1 613	2014-11-01
3	长梗秦艽	岷县临潭交接处	103°20'36"	34°28'22"	2 825	2013-08-12
4	粗茎秦艽	云南省丽江市玉龙县鲁甸乡	100°23'33.8"	26°42'21.9"	2 800	2013-10-07
5	小秦艽	甘肃省合作市卡加道乡	102°59'21.293"	35°5'29.752"	3 203	2014-08-26
6	黄管秦艽	甘肃省兰州市榆中县烈士林园	104°2'59.710 2"	35°46'56.775"	2 341	2014-09-29
7	管花秦艽	合作卡加道乡	103°5'37.625 4"	35°10'41.854"	3 709	2014-08-28

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: ACQUITY UPLC<sup>®</sup> BEH C<sub>18</sub> 柱 (50 mm×2.1 mm, 1.7 μm); 流动相: 甲醇-0.04%磷酸水溶液, 梯度洗脱程序见表 2; 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 30 °C; 检测波长 242 nm; 进样量 1 μL。

2.2 对照品溶液的制备

精密称取对照品龙胆苦苷 14.15 mg、马钱苷酸 2.69 mg、獐牙菜苦苷 1.34 mg、獐牙菜苷 0.96 mg、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷 1.18 mg、异菝草苷 0.61 mg、异牡荆苷 0.26 mg, 分别置于 5 mL 量瓶中, 加甲醇溶解并定容至刻度, 摇匀, 作为对照品储备液。

表 2 流动相线性梯度

Table 2 Linear gradient of mobile phase

t/min	甲醇/%	0.04%磷酸水溶液/%
0	5	95
6	17	83
9	18	82
17	35	65
18	35	65
21	5	95

表 3 线性关系考察结果

Table 3 Results of linear relationship

化学成分	回归方程	r	线性范围/μg
马钱苷酸	$Y=0.0386X+0.0318$	1.0000	2.100~537.100
獐牙菜苦苷	$Y=0.051X-0.0205$	0.9999	1.050~270.000
6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷	$Y=0.0239X-0.0059$	1.0000	0.920~236.000
龙胆苦苷	$Y=0.0451X+0.1024$	1.0000	11.100~2830.000
獐牙菜苷	$Y=0.0567X+0.0117$	1.0000	0.750~192.000
异菝草苷	$Y=0.0615X$	0.9997	0.167~102.000
异牡荆苷	$Y=0.0607X+0.0160$	0.9995	0.216~52.800

2.4.2 精密度试验 精密吸取 4 号秦艽样品供试品溶液 1 μL, 连续进样 6 次, 测得马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝草苷、异牡荆苷峰面积的 RSD 分别为 0.39%、0.41%、1.35%、0.15%、2.78%、3.23%、3.78%。

2.4.3 重复性试验 取 4 号秦艽样品粉末 6 份, 每份 0.5 g, 按上述供试品溶液的制备方法, 依法测定。测得马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝草苷、异牡荆苷质量分数的 RSD 分别为 0.75%、1.18%、0.83%、1.01%、2.76%、3.42%、3.76%。

2.4.4 稳定性试验 取 4 号秦艽样品供试品溶液, 分别在 0、2、4、8、12、24 h 进样 1 μL, 测定峰面

2.3 供试品溶液的制备

将 1~7 号秦艽的根粉碎, 过 60 目筛。精密称取粉末 0.5 g, 置具塞锥形瓶中, 精密加入 70% 甲醇 25 mL, 称定质量, 超声处理 (功率 200 W, 频率 70 kHz) 40 min, 放冷, 再称定质量, 用 70% 甲醇补足减失的质量, 摇匀, 静置。精密量取上清液 1 mL, 置 5 mL 量瓶中, 用色谱甲醇定容至刻度, 摇匀, 0.22 μm 的微孔滤膜滤过, 作为供试品溶液。

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系的考察 分别取马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷和獐牙菜苷储备液 1 mL, 置于 5 mL 量瓶中, 配比稀释法, 依次从 5 mL 的储备液中量取 1.25 mL, 置于 5 mL 的量瓶, 连续稀释 5 次。取异菝草苷和异牡荆苷储备液 1 mL, 置于 5 mL 量瓶, 依次从 5 mL 的储备液中量取 2.5 mL 置于 5 mL 的量瓶中, 连续稀释 6 次。将 7 种对照品分别配制成系列浓度的溶液, 在上述色谱条件下依次进样, 以质量浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y), 绘制标准曲线, 计算回归方程, 结果见表 3。

积, 测得马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝草苷、异牡荆苷峰面积的 RSD 分别为 1.68%、2.27%、1.03%、1.87%、2.98%、3.89%、3.67%。

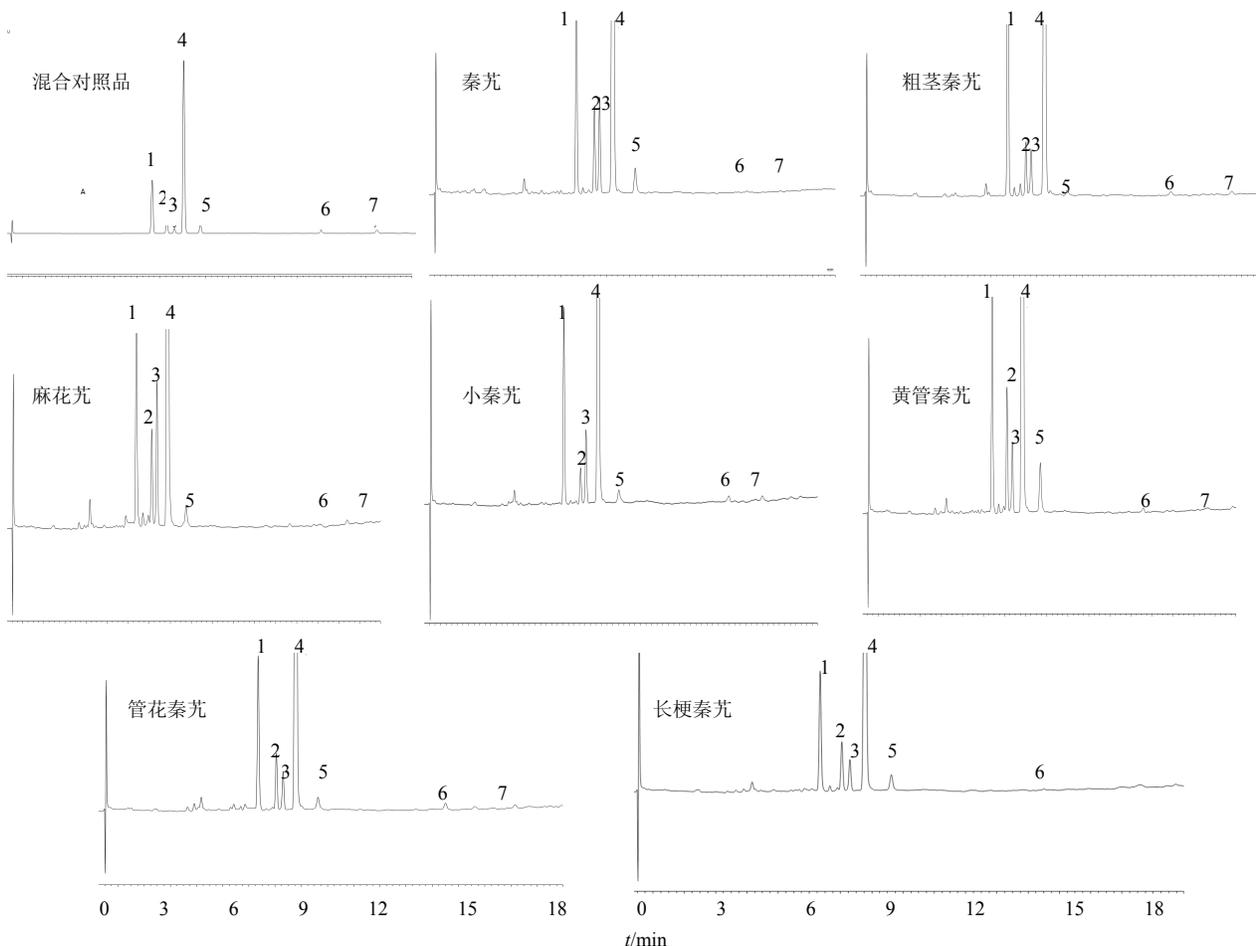
2.4.5 加样回收率试验 精密称取已测定的小秦艽样品 6 份, 分别加入一定量的马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝草苷、异牡荆苷对照品, 按“2.3”项方法制备供试品溶液, 然后进样 1 μL, 计算平均回收率。马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苷、异菝草苷、异牡荆苷的平均回收率为 99.79%、98.70%、100.08%、99.55%、99.92%、98.73%、97.83%, RSD 为 1.68%、2.27%、

1.03%、1.87%、2.98%、3.76%、3.45%。

2.5 样品测定

分别精密吸取含龙胆苦苷 0.366 mg/mL、马钱苷酸 0.219 mg/mL、獐牙菜苦苷 0.093 mg/mL、獐牙菜苷 0.222 mg/mL、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷 0.084

mg/mL、异荛草苷 0.086 mg/mL、异牡荆苷 0.102 mg/mL 的混合对照品溶液和 1~7 号供试品溶液各 1 μL，注入超高效液相色谱仪，按上述色谱条件测定。对照品和供试品的色谱图见图 1。利用线性回归方程计算 7 份秦艽样品中 7 种指标成分，结果见表 4。



1-马钱苷酸 2-獐牙菜苦苷 3-6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷 4-龙胆苦苷 5-獐牙菜苷 6-异荛草苷 7-异牡荆苷

1-loganic acid 2-swertiamarin 3-6'-O-β-D-glucosyl gentiopicoside 4-gentiopicoside 5-swerside 6-isoorientin 7-isovitexin

图 1 混合对照品和秦艽样品色谱图

Fig. 1 Chromatogram of mixed reference substances and samples

表 4 7 种秦艽中 7 种指标成分的量 (n = 3)

Table 4 Contents of seven kinds of index components of seven kinds *G. macrophylla* (n = 3)

植物	质量分数/%						
	龙胆苦苷	马钱苷酸	獐牙菜苦苷	6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷	獐牙菜苷	异荛草苷	异牡荆苷
麻花秦艽	2.859 8	0.792 4	0.160 9	0.308 8	0.022 8	0.016 5	0.020 9
大秦艽	10.074 8	2.114 0	0.546 2	0.506 3	0.066 7	0.009 0	0.006 0
长梗秦艽	3.292 6	0.700 9	0.233 1	0.308 5	0.091 4	0.015 2	ND
粗茎秦艽	6.999 4	2.656 0	0.341 1	0.464 2	0.038 7	0.004 2	0.015 3
小秦艽	2.862 6	0.392 3	0.140 4	0.170 4	0.071 3	0.013 0	0.008 5
黄管秦艽	9.286 0	1.339 3	0.515 9	0.367 4	0.030 7	0.015 9	0.011 8
管花秦艽	7.100 9	1.192 3	0.351 6	0.524 0	0.119 9	0.053 4	0.025 3

ND-未检测到

ND-Not detected

### 3 结果与讨论

#### 3.1 色谱条件的选择

**3.1.1 流动相体系的选择** 实验中依据样品的化学成分,考察了不同流动相体系:甲醇-水、乙腈-水、甲醇-0.5%甲酸溶液、乙腈-0.5%甲酸溶液、甲醇-0.5%乙酸溶液、乙腈-0.5%乙酸溶液、甲醇-0.1%磷酸溶液、乙腈-0.1%磷酸溶液、甲醇-0.04%磷酸溶液、乙腈-0.04%磷酸溶液等,进行等度洗脱,结果以甲醇-0.04%磷酸溶液体系得到的色谱峰峰形更为尖锐对称。

**3.1.2 流动相梯度的选择** 以甲醇-0.04%磷酸溶液为流动相,变换流动相初始比例、流动相比比例变化梯度,并在谱峰较多的阶段逐渐放缓甲醇的比例变化梯度。最终选择甲醇-0.04%磷酸水溶液的洗脱梯度(0~6 min, 95%~83% B; 6~9 min, 83%~82% B; 9~17 min, 82%~65% B; 17~18 min, 65% B; 18~21 min: 65%~95% B)。在此条件下,在相对较短的时间内获得良好的分离度。

**3.1.3 检测波长的选择** 在上述色谱条件下对进样后的对照品溶液在 190~400 nm 进行全波长扫描,结果马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆苷的最大吸收波长分别是 240 nm, 250 nm, 250、275 nm, 250、275 nm, 240 nm, 270、348 nm, 270、332 nm。考虑到在 242 nm 检测波长下,各指标成分色谱峰峰面积都较大,选择 242 nm 作为检测波长。

#### 3.2 供试品制备方法的筛选

**3.2.1 提取方法的筛选** 分别采用超声法和加热回流法进行样品的提取,并比较了二者的提取效果。结果显示,2 种提取方法 7 种指标性成分量总和相差不大,但超声提取法更为简便,故选用超声提取法。

**3.2.2 提取溶剂的筛选** 分别加入甲醇、乙醇和丙酮,采用上述超声提取法制备供试品溶液,进样,测定含量。经综合考虑色谱峰的峰形、分离度及指标成分的提取量,最终选择甲醇为最佳提取溶剂。

**3.2.3 提取时间的筛选** 采用上述超声提取法制备供试品溶液,提取时间分别设为 20、30、40、50、60 min。然后进样,测定各指标峰面积积分值。结果,提取时间 20~40 min,各指标成分提取量快速增加,在 40 min 之后,龙胆苦苷和马钱苷酸提取量已非常稳定,獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆苷虽略有增加,

但变化微小。到 60 min 时,龙胆苦苷提取量有明显减小。综合考虑 7 种指标成分提取量总和,选择最佳提取时间为 40 min。

**3.2.4 提取溶剂甲醇体积分数的选择** 分别加入不同体积分数的甲醇溶液,甲醇-水为 40%、60%、70%、80%、90%、100%,采用上述超声提取法制备供试品溶液,进样,测定各指标峰面积积分值。结果,甲醇体积分数为 40%~70%时,7 种指标成分提取量增加较快,在 80%时,龙胆苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、獐牙菜苦苷和异牡荆苷的提取量有所下降,而马钱苷酸、獐牙菜苦苷和异荛草苷的提取量达到最大。综合考虑 7 种指标成分的峰面积总和,70%是甲醇溶液最佳提取体积分数。

**3.2.5 提取料液比筛选** 精密称取 4 号样品 0.5 g,分别加入 70%的甲醇溶液 10、15、20、25、30、35 mL,采用以上超声法制备供试品溶液,进样,测得峰面积。结果,在 0.5g 样品中加入 10~20 mL 甲醇溶液时,各指标成分提取量增加较快,继续增加提取溶液体积,在 25 mL 时,龙胆苦苷、獐牙菜苦苷和异牡荆苷提取量略有增加,其他指标成分已达最大。7 种指标成分峰面积总和也在提取液为 25 mL 时达到最大,不再增加。综合以上,选择 0.5 g 样品中加入 25 mL 70%甲醇溶液,为最佳料液比。

最后把收集的秦艽组 7 种药用植物(秦艽、麻花秦艽、小秦艽、麻花秦艽、黄管秦艽、管花秦艽和长梗秦艽)按该条件制备了供试品溶液,进样,测定了马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆苷的量,得出 7 种指标成分量总和:大秦艽>黄管秦艽>粗茎秦艽>管花秦艽>长梗秦艽>麻花秦艽>小秦艽。因此证明,秦艽组这 7 种药用植物都可采用该方法测得以上 7 种指标成分量。

#### 3.3 小结

李荣娇等<sup>[9]</sup>采用 HPLC 研究了西藏秦艽花与川西秦艽花中马钱苷酸、獐牙菜苦苷、6'-O-β-D-葡萄糖基龙胆苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆黄素的量,共用时 85 min;宋九华等<sup>[13]</sup>采用 HPLC 法同时测定粗茎秦艽中马钱苷酸、獐牙菜苦苷、龙胆苦苷、獐牙菜苦苷、异荛草苷和异牡荆苷的量,共用时 80 min;本实验所采用的 UPLC 法同时测定了 7 种指标成分,共用时 18 min,可见 UPLC 较 HPLC 法检测的效率更高。而且,本实验 UPLC 方法学考察的 RSD 也略低于 HPLC,可得

UPLC 法更准确。因此,本实验建立的 UPLC 法同时测定以上 7 种指标成分的方法可更好地用于秦艽药材的检测。

#### 参考文献

- [1] 朱俊儒,宋平顺,马 潇,等. 甘肃产秦艽植物资源及商品调查 [J]. 中药材,2000,23(9): 521-522.
- [2] 漆燕玲,赵 玮,李玉萍,等. 甘肃省药用植物秦艽野生资源现状及开发利用 [J]. 中国野生植物资源,2007,26(5): 44-46.
- [3] 马 潇,陈兴国,胡之德,等. 甘肃产 8 种秦艽的龙胆苦苷含量比较 [J]. 中药材,2003,26(2): 85-86.
- [4] 刘丽莎,吴 迪,张西玲. 黄管秦艽的生药学研究 [J]. 中药材,2008,31(11): 1635-1678.
- [5] 努尔巴衣·阿不都沙勒克,买热木尼沙·艾孜则. 新疆龙胆属植物及其地理分布 [J]. 干旱区研究,2000,17(2): 42-49.
- [6] 卿德刚,倪 慧,贾晓光,等. 西部资源秦艽的研究进展及新疆地产秦艽的开发前景 [J]. 新疆中医药,2004,22(3): 60-63.
- [7] 张小兰,葛学军,刘建全,等. 粗茎秦艽与西藏秦艽(龙胆科)种间的形态学、染色体与分子界定 [J]. 植物分类学报,2006,44(6): 627-640.
- [8] 李荣娇,杨凤仙,袁绿益,等. HPLC 法测定西藏秦艽花与川西秦艽花中 7 种成分的量 [J]. 中草药,2015,46(8): 1227-1230.
- [9] 贾 玮,刘 海,王峥涛. 测定土茯苓中二氢黄酮醇类含量的 UPLC 法和 HPLC 法的建立与比较 [J]. 中国药科大学学报,2009,40(4): 337-341.
- [10] 傅晓燕,黄巧玲. HPLC 与 UPLC 法对比测定两种川芎药材中阿魏酸的含量 [J]. 中药材,2011,34(7): 1070-1072.
- [11] 李 化,刘 静,董红敬,等. HPLC 法与 UPLC 法同时测定黄芩中 5 种黄酮类成分含量的比较 [J]. 中国药房,2014,25(35): 3293-3296.
- [12] 张明燕,金琰琰,方成武,等. 超高效液相色谱法测定四川松潘 3 种秦艽中马钱苷酸和龙胆苦苷的含量 [J]. 安徽中医学院学报,2011,30(6): 61-65.
- [13] 宋九华,杨文钰,孟 杰,等. HPLC 波长切换法同时测定粗茎秦艽中 6 个成分的含量 [J]. 化学研究与应用,2014,26(7): 1136-1140.