

HPLC-UV-ELSD 法同时测定黄芪中黄芪皂苷和黄酮类成分

史鑫波^{1,2},唐志书^{1,2*},刘妍如^{1,2},宋忠兴^{1,2},陈衍斌³,苏 瑞^{1,2},许 刚³,王 升⁴¹陕西中医药大学 陕西省中药资源产业化协同创新中心;² 陕西省创新药物研究中心,咸阳 712083;³陕西步长制药有限公司,西安 710075;⁴ 中国中医科学院中药资源中心,北京 100700

摘要:建立 HPLC-UV-ELSD 法同时测定黄芪中黄芪皂苷 I、黄芪皂苷 II、黄芪皂苷 III、黄芪甲苷、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮的含量,并比较四种不同供试液中 7 种成分的含量差异,实验采用 Agilent 5 TC-C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm,5 μm),0.3% 甲酸水溶液-乙腈进行梯度洗脱,流速为 1.0 mL/min,检测波长 254 nm;柱温 30 °C,漂移管温度 70 °C。在该色谱条件下,黄芪中 7 种成分能得到较好的分离,稳定性,重复性及精密度良好。本方法能简便、快捷、有效的测定黄芪药材中多种成分含量。大孔树脂制备供试品中黄芪皂苷和黄酮类成分更高,说明碱化处理对黄芪中的成分含量产生了一定影响。

关键词:黄芪;HPLC-UV-ELSD;黄芪皂苷;黄酮类成分;含量测定;碱化处理

中图分类号:R284.1;R917

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2019)3-0434-08

DOI:10.16333/j.1001-6880.2019.3.010

Simultaneous determination of astragaloside and flavonoids components in astragali radix using HPLC-UV-ELSD

SHI Xin-bo^{1,2}, TANG Zhi-shu^{1,2*}, LIU Yan-ru^{1,2}, SONG Zhong-xing^{1,2},
CHEN Yan-bin³, SU Rui^{1,2}, XU Gang³, WANG Sheng⁴¹Shaanxi University of Chinese Medicine, Shaanxi Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization;²Shannxi Research Centre on Discovery and Innovation of New Medicine, Xianyang 712083, China;³Shaanxi Buchang Pharmaceutical Limited Company, Xian 710075, China;⁴National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

Abstract: HPLC-UV-ELSD method was developed for the simultaneous determination of astragaloside I, astragaloside II, astragaloside III, astragaloside IV, calycosin glucoside, ononin, and calycosin in *Astragali Radix*. This method was then used to determine the contents of seven active analytes in four different testing samples. The seven compounds were analyzed simultaneously with an Agilent C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm) column by gradient elution using 0.3% (v/v) formic acid-acetonitrile as the mobile phase at the flow rate of 1.0 mL/min; The detection wavelength was set at 254 nm, the column temperature was maintained at 30 °C, and the evaporative light-scattering detector (ELSD) drift tube temperature was 70 °C. The seven active analytes of *Astragali Radix* can be separated in the chromatographic conditions. Precision, repeatability and stability were good. The developed method was simple, rapid and effective for the determination of the components in *Astragali Radix*. As a result, astragaloside and flavonoids were higher in the preparation of macroporous resin, indicating that alkalization had an effect on the content of composition in *Astragali Radix*.

Key words: astragali radix; HPLC-UV-ELSD; stragaloside; flavonoids; content determination; alkalization

黄芪为豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或

膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根^[1]。黄芪中含有皂苷类、黄酮类、多糖类、微量元素等多种成分^[2-6]。现代药理研究表明,黄芪提取物及其制剂具有调节免疫系统、保护心血管系统、保护神经系统、保护肝肾和抗肿瘤等药理活性^[6,7]。

收稿日期:2018-07-16 接受日期:2019-02-18

基金项目:国家中药标准化项目(ZYBZH-C-QIN-45);陕西省咸阳市 2016 年科学技术研究计划(2016K02-110)

* 通信作者 Tel:86-29-38185060; E-mail: tzs6565@163.com

黄芪皂苷对心血管和心脏具有保护作用^[8-10], 黄芪多糖具有抗应激、抗氧化、增强免疫功能等的免疫调节效应^[11]。黄芪水溶性黄酮类成分对细胞免疫功能具有促进作用^[12,13]。在 2015 版药典中以 HPLC-ELSD 和 HPLC-UV 分别检测黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷的含量, 以评价其质量的优劣, 但药典中黄芪甲苷含量检测的样品制样方法尤为繁琐。本研究选择黄芪中黄芪皂苷和黄酮类成分作为研究对象, 使用大孔树脂制备的供试品溶液, 黄芪皂苷和黄酮类成分较高, 且制备方法简便, 重复性好。本实验所建立的 HPLC-UV-ELSD 方法简便、准确, 可同时测定黄芪 7 种有效成分含量, 为有效控制黄芪的内在质量提供参考和依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

Waters e2695 高效液相色谱仪, 配备 2489UV/Vis 检测器和 2424 EIS 检测器(沃特世科技有限公司); 空气压缩机(GA-10B 北京中兴正科技发展有限公司); KQ-300DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); 十万分之一电子天平(赛多利斯科学仪器有限公司)。

1.2 材料

黄芪甲苷(批号为 20150517, 质量分数 $\geq 98.0\%$); 黄芪皂苷 I(批号为 20160601, 质量分数 $\geq 98.00\%$); 黄芪皂苷 II(批号为 20160327, 质量分数 $\geq 98.0\%$); 黄芪皂苷 III(批号为 20160503, 质量分数 $\geq 98.00\%$) 均购于宝鸡市辰光生物科技有限公司, 毛蕊异黄酮葡萄糖苷(批号为 111920-201505, 质量分数 $\geq 97.10\%$) 购于中国食品药品检定研究院, 毛蕊异黄酮(批号为 16120911, 质量分数 $\geq 99.84\%$); 刺芒柄花苷(批号为 17041101, 质量分数 $\geq 98.50\%$) 均购于中国科学院成都生物研究所。

实验用黄芪饮片购自陕西兴盛德药业有限责任公司, 经陕西中医药大学陕西省中药资源产业化协同创新中心刘世军高级工程师鉴定为蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. 的干燥根。实验用乙腈和甲酸均为色谱纯; 水为娃哈哈纯净水; 其余试剂为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱为 Agilent 5 TC-C₁₈ (250 mm \times 4.6 mm, 5 μ m); 流动相为乙腈-0.3% 甲酸水, 梯度洗脱, 洗脱

条件为: 0 ~ 10 min, 15% ~ 40% 乙腈; 10 ~ 20 min, 40% 乙腈; 20 ~ 30 min, 60% ~ 85% 乙腈; 30 ~ 40 min, 85% ~ 15% 乙腈; 流速 1.0 mL/min; 进样量 10 μ L; 检测方式: UV/ELSD 串联监测; UV: 检测波长 254 nm; 柱温 30 $^{\circ}$ C; ELSD 参数: 增益 100, 漂移管温度 70 $^{\circ}$ C, 气压 0.7 Mpa(见图 1)。

2.2 对照品溶液制备

分别称取黄芪甲苷、黄芪皂苷 I、黄芪皂苷 II、黄芪皂苷 III、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮适量, 精密称定, 加甲醇溶解制成各成分质量浓度分别为 1.78、0.55、0.40、1.14、0.40、0.20、0.15 mg/mL 的混合标准品工作储备溶液。

2.3 供试品溶液制备

2.3.1 大孔树脂制备供试品溶液

黄芪饮片, 在 60 $^{\circ}$ C 下干燥 3 h, 粉碎(过 4 号筛), 称取黄芪粉末约 4 g, 置索氏提取器中, 加入 80.0 mL 甲醇, 冷浸过夜, 加热回流 4 小时, 提取液回收并浓缩至干, 将浓缩提取物加水 5 mL, 微热溶解, 通过 D 101 大孔树脂脂柱(内径 1.5 cm、长 12 cm), 以水 50 mL 洗脱, 弃去水液, 再用 20% 乙醇 50 mL 洗脱, 弃去洗脱液, 继续用 85% 乙醇 100 mL 洗脱, 收集 85% 乙醇洗脱液, 浓缩至干, 用甲醇溶解并转移至 5 mL 量瓶中, 加甲醇至刻度, 摇匀, 过 0.22 μ m 微孔滤膜, 即得供试品溶液 1^[14]。

2.3.2 固相萃取制备供试品溶液

取 2.3.1 项下浓缩提取物加水 5 mL, 溶解, 过固相萃取柱(500 mg/6 mL, 先用 20 mL 甲醇和 5 mL 水预处理), 以 10 mL 水洗脱, 弃去水洗液, 后用 20% 乙醇溶液 10 mL 洗涤, 弃去洗涤液。用 85% 乙醇 40 mL 洗脱, 收集洗脱液, 浓缩至干, 加甲醇使其溶解并定容至 5 mL 量瓶中, 滤过, 取续滤液, 过 0.22 μ m 微孔滤膜, 即得供试品溶液 2^[15]。

2.3.3 经过碱化(KOH)处理的供试品溶液

称取黄芪粉末约 4 g, 置索氏提取器中, 加 2% 的 KOH 80.0 mL 甲醇, 加热回流 4 小时, 提取液回收溶剂并浓缩至干, 将浓缩提取物加水 5 mL, 溶解, 通过 D101 大孔树脂柱(内径 1.5 cm、长 12 cm), 以水 50 mL 洗脱, 弃去水液, 再用 20% 乙醇 50 mL 洗脱, 弃去洗脱液, 继续用 85% 乙醇 100 mL 洗脱, 收集 85% 乙醇洗脱液, 蒸干, 用甲醇溶解并转移至 5 mL 量瓶中, 加甲醇至刻度, 过 0.22 μ m 微孔滤膜, 即得供试品溶液 3^[16]。

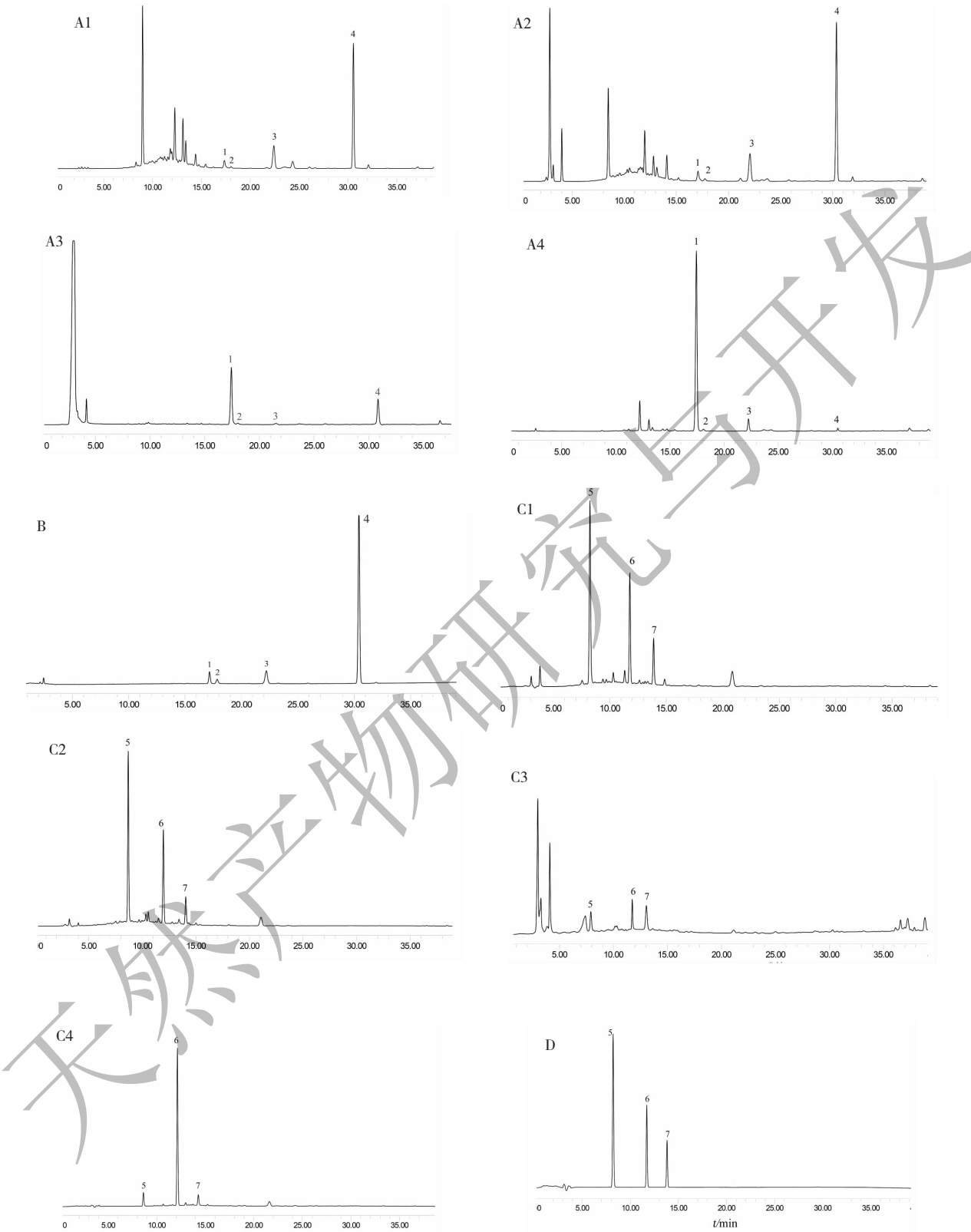


图1 黄芪供试品溶液1-4(A1-A4)和混合黄芪皂苷对照品(B)的HPLC-ELSD色谱图

Fig. 1 HPLC-ELSD chromatograms of *Astragali Radix* sample 1-4 (A1-A4) and saponins mixed reference substances (B)

注:1. 黄芪甲苷;2. 黄芪皂苷Ⅲ;3. 黄芪皂苷Ⅱ;4. 黄芪皂苷Ⅰ。

Note:1. astragaloside I;2. astragaloside II;3. astragaloside III;4. astragaloside IV.

2.3.4 经过碱化(氨水)处理后萃取的供试品溶液

取 2.3.1 项下浓缩提取物加水 5 mL,溶解,用水饱和的正丁醇振摇提取 4 次,每次 40 mL,合并正丁醇液,用氨试液充分洗涤 2 次,每次 40 mL,弃去氨液,将正丁醇液蒸干,提取液回收溶剂并浓缩至干,将浓缩提取物加水 5 mL,微热溶解,放至室温,通过 D 101 型大孔吸附树脂柱,以水 50 mL 洗脱,弃去水液,再用 40 % 乙醇 30 mL 洗脱,弃去,再用 70% 乙醇 80 mL 洗脱,收集洗脱液,蒸干,加甲醇溶解,转移至 5 mL 量瓶中,加甲醇至刻度,过 0.22 μm 微孔滤膜,即得供试品溶液 4^[1]。

2.4 方法学考察

表 1 黄芪中 7 种成分的线性方程、线性范围、相关系数

Table 1 Regression equations, linear ranges, correlation coefficients of seven components in *Astragali Radix*

成分 Compound	回归方程 Calibration curve	相关系数 <i>r</i>	线性范围 Linear range (μg)
黄芪甲苷 Astragaloside IV	$\lg Y = 1.42 \lg X + 5.06$	0.999 5	1.79 ~ 53.55
黄芪皂苷Ⅲ Astragaloside III	$\lg Y = 1.37 \lg X + 4.50$	0.999 7	0.56 ~ 16.65
黄芪皂苷Ⅱ Astragaloside II	$\lg Y = 1.49 \lg X + 4.59$	0.999 5	0.39 ~ 11.91
黄芪皂苷Ⅰ Astragaloside I	$\lg Y = 1.51 \lg X + 4.55$	0.999 5	1.14 ~ 34.05
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin glucoside	$Y = 2.68 \times 10^6 X + 9.16 \times 10^4$	0.999 9	0.40 ~ 12.00
刺芒柄花苷 Ononin	$Y = 3.98 \times 10^6 X + 1.03 \times 10^5$	0.999 5	0.05 ~ 1.50
毛蕊异黄酮 Calycosin	$Y = 4.85 \times 10^6 X + 3.22 \times 10^4$	0.999 9	0.15 ~ 4.49

2.4.2 精密度试验

取供试品溶液 1,按 2.1 项下设定色谱条件连续进样 6 次,每次进样 10 μL,结果黄芪甲苷、黄芪皂苷Ⅲ、黄芪皂苷Ⅱ、黄芪皂苷Ⅰ、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮的峰面积 RSD 峰面积为 1.37%、2.76%、1.07%、0.64%、0.54%、0.81%、2.23%,表明仪器精密度好。

2.4.3 稳定性考察

取供试品溶液 1,按 2.1 项下设定色谱条件进行测定,记录各色谱峰峰面积,分别在配制后 0、2、4、8、12、24 h,各进样 10 μL,结果黄芪甲苷、黄芪皂苷Ⅲ、黄芪皂苷Ⅱ、黄芪皂苷Ⅰ、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮的峰面积 RSD 峰面积为 0.98%、1.53%、1.30%、0.77%、5.01%、0.

2.4.1 线性关系的考察

按 2.1 项下设定色谱条件,分别精密吸取 2.2 项下混合标准工作溶液 1、5、10、15、20、25、30 μL 进样,进行色谱分析,毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮以色谱峰峰面积(*Y*)为纵坐标,以进样量为横坐标(μg, *X*),进行线性回归,绘制标准曲线,黄芪甲苷、黄芪皂苷Ⅲ、黄芪皂苷Ⅱ、黄芪皂苷Ⅰ以峰面积积分值(*Y*)的对数值为纵坐标,分别以对照品进样量(μg, *X*)的对数值为横坐标,绘制标准曲线。7 种成分的线性方程、相关系数、线性范围见表 1。

49%、2.21%,表明供试品溶液在 24 小时内稳定性良好。

2.4.4 重复性试验

取同一批黄芪粉末 6 份,按 2.3.1 项下方法制备供试品溶液,按 2.1 项下设定色谱条件进行测定,结果黄芪甲苷、黄芪皂苷Ⅲ、黄芪皂苷Ⅱ、黄芪皂苷Ⅰ、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮的峰面积 RSD 峰面积为 3.63%、4.82%、1.87%、2.52%、3.68%、4.81%、1.56%,表明方法重复性良好。

2.4.5 加样回收率试验

分别精密称取已知有效成分含量的药材 2.0 g,分别加入各对照品适量,按 2.3.1 项下方法制备供试品溶液 6 份。按 2.1 项下设定色谱条件进行测定,计算加样回收率,结果见表 2 所示。

表 2 加样回收率实验结果 (n=6)

Table 2 Recoveries and relative standard deviations (RSD) of the 7 chemical markers (n=6)

指标成分 Chemical markers	样品含量 Content in sample (mg)	加入量 Standard added (mg)	测得值 Measured value (mg)	加样回收率 Recovery (%)	RSD (%)
黄芪甲苷 Astragaloside IV	0.350	0.384	0.737	100.87	2.49
	0.363	0.384	0.742	98.73	
	0.366	0.384	0.748	99.72	
	0.345	0.384	0.735	101.40	
	0.346	0.384	0.721	97.63	
	0.358	0.384	0.721	94.62	
黄芪皂苷Ⅲ Astragaloside III	0.635	0.315	0.313	102.30	1.63
	0.622	0.315	0.315	97.68	
	0.624	0.315	0.314	98.41	
	0.630	0.315	0.315	99.91	
	0.627	0.315	0.313	99.80	
	0.625	0.315	0.313	98.92	
黄芪皂苷Ⅱ Astragaloside II	1.622	1.622	3.272	101.71	1.45
	1.630	1.622	3.273	101.32	
	1.628	1.622	3.229	98.71	
	1.631	1.622	3.278	101.51	
	1.620	1.622	3.260	101.06	
	1.622	1.622	3.222	98.61	
黄芪皂苷Ⅰ Astragaloside I	4.091	4.100	8.187	99.90	2.50
	4.110	4.100	8.345	103.28	
	4.105	4.100	8.185	99.50	
	4.113	4.100	8.189	99.40	
	4.086	4.100	8.411	105.48	
	4.091	4.100	8.187	99.90	
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin glucoside	1.405	1.450	2.881	101.76	2.03
	1.412	1.450	2.884	101.58	
	1.410	1.450	2.824	97.53	
	1.413	1.450	2.885	101.56	
	1.403	1.450	2.879	101.78	
	1.405	1.450	2.827	98.03	
刺芒柄花苷 Ononin	0.508	0.500	1.017	101.76	2.03
	0.511	0.500	1.021	101.97	
	0.510	0.500	1.000	98.01	
	0.511	0.500	1.030	103.76	
	0.508	0.500	1.013	100.97	
	0.508	0.500	1.005	99.26	
毛蕊异黄酮 Calycosin	0.350	0.384	0.737	100.87	1.74
	0.363	0.384	0.742	98.73	
	0.366	0.384	0.748	99.72	
	0.345	0.384	0.735	101.40	
	0.346	0.384	0.721	97.63	
	0.358	0.384	0.721	94.62	

2.5 样品含量测定

按 2.1 项下设定色谱条件进行测定,含量测定结果

按 2.3 项下方法制备四种不同的供试品溶液, 见表 3。

表 3 4 种黄芪供试品中 7 种黄酮和皂苷成分含量测定结果 (mg/g, n = 3)

指标成分 Chemical markers	供试品 1 Testing sample 1	供试品 2 Testing sample 2	供试品 3 Testing sample 3	供试品 4 Testing sample 4
黄芪甲苷 Astragaloside IV	0.179 6	0.116 0	1.947 9	1.231 8
黄芪皂苷Ⅲ Astragaloside III	0.157 2	0.113 7	0.357 6	0.102 0
黄芪皂苷Ⅱ Astragaloside II	0.814 1	0.539 3	0.037 5	0.486 9
黄芪皂苷Ⅰ Astragaloside I	2.053 1	1.965 3	0.211 2	0.030 5
皂苷总量 Total saponin	3.204 0	2.734 3	2.554 2	1.851 2
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin glucoside	0.705 1	0.534 5	0.000 9	0.022 3
刺芒柄花苷 Ononin	0.255 1	0.240 2	0.012 5	0.179 4
毛蕊异黄酮 Calycosin	0.088 5	0.039 6	0.005 6	0.001 2
黄酮总量 Total flavonoids	1.048 7	0.814 3	0.019 0	0.202 9

四种供试品种中,皂苷总量从高到低:供试品 1 > 供试品 2 > 供试品 3 > 供试品 4。黄酮总量从高到低:供试品 1 > 供试品 2 > 供试品 4 > 供试品 3。

2.6 主成分分析

主成分分析 (Principal component analysis) 是一种有效的降低数据维数的方法,适合于高维光谱数据的定量及定性分析^[17]。为综合评价不同处理方法对黄芪有效成分的影响,利用综合评价法以确定适宜的处理方法^[18],通过 SPSS 19.0 统计软件对对已测定的黄芪皂苷和黄酮类成分进行了主成分分析。得到主成分总变量和主成分载荷矩阵 (表 4、5),前 2 个主成分的特征值均大于 1,计算得到前 2 个主成分 (PC1 和 PC2) 累积方差贡献值 (96.79%),能够较客观地反映不同处理方法黄芪样品的内在质量。PC1 主要反映了黄芪甲苷、黄芪皂苷Ⅰ、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、毛蕊异黄酮的信息,PC2 反映了黄芪皂苷Ⅲ、黄芪皂苷Ⅱ和刺芒柄花苷

的信息。

采用 2 个主成分对黄芪不同处理方法进行评价。以各主成分因子得分与方差贡献率乘积之和相加,可反映各黄芪供试品各类成分总因子得分值 F ,其综合评价函数为 $F = 0.81514 \times F1 + 0.15244 \times F2$ 。按综合评价函数计算出不同样品的综合得分 F (见表 6)。由综合得分可知供试品 1 得分最高,供试品 2 次之,与黄酮和皂苷成分含量测定结果一致。

3 讨论

本研究采用 4 种不同的处理方法对黄芪的有效成分进行提取,采用 HPLC-UV-ELSD 同时测定其中 7 种成分含量,更能简便、直观反映黄芪药材的质量,可为黄芪的多组分同时检测及质量标准改善提供新思路 and 参考数据。

由供试品 3 和供试品 4 的结果表明,碱化处理的顺序会对黄芪皂苷是有一定影响。首先对药材进行碱化处理,再进行分离提取,可使黄芪皂苷之间的

表 4 主成分的特征值及贡献率

主成分 Principal Component	初始特征值及方差贡献率 Initial eigenvalue and variance contribution rate			旋转后的特征值及方差贡献率 Rotated eigenvalue and variance contribution rate		
	特征值 Eigenvalues	方差贡献率 Variance contribution rate (%)	累积方差贡献率 Cumulative variance contribution rate (%)	特征值 Eigenvalues	方差贡献率 Variance contribution rate (%)	累积方差贡献率 Cumulative variance contribution rate (%)
1	5.706	81.514	81.514	5.706	81.514	81.514
2	1.067	15.244	96.758	1.067	15.244	96.758

表 5 旋转变换后的因子载荷矩阵
Table 5 Factor load matrix after rotation transform

指标成分 Chemical markers	主成分 Principal component	
	1	2
黄芪甲苷 Astragaloside IV	-0.741	-0.646
黄芪皂苷Ⅲ Astragaloside III	-0.101	-0.993
黄芪皂苷Ⅱ Astragaloside II	0.604	0.747
黄芪皂苷Ⅰ Astragaloside I	0.930	0.288
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin glucoside	0.937	0.346
刺芒柄花苷 Ononin	0.541	0.841
毛蕊异黄酮 Calycosin	0.948	0.204

表 6 综合主成分评价结果

Table 6 Results of comprehensive principal componentevaluation

样品组 Sample No.	主成分综合得分 Comprehensive principal component score	综合排序 Integrated sort
供试品 1 Testing sample 1	0.975 2	1
供试品 2 Testing sample 2	0.386 6	2
供试品 3 Testing sample3	-0.547 5	3
供试品 4 Testing sample 4	-0.814 1	4

相互转化更充分,更彻底。结合黄芪皂苷的结构可得,黄芪皂苷Ⅰ具有 2 个乙酰基,黄芪皂苷Ⅱ有 1 个乙酰基,在遇到碱时黄芪皂苷Ⅰ容易脱落乙酰基而转化成黄芪皂苷Ⅳ(或其它类黄芪皂苷)。黄芪皂苷Ⅲ因不具有乙酰基,所以处理方法对其影响较小。黄芪皂苷Ⅰ、黄芪皂苷Ⅱ转化为黄芪甲苷,但这种转化受碱性条件和提取条件等影响,难以实现完全转化,不能客观真实地反映黄芪皂苷的实际含量^[19]。综合含量测定结果和 PCA 分析结果可以得出,未经碱化处理的黄芪中黄芪皂苷和黄酮类成分含量更高,大孔树脂可提高皂苷和黄酮类成分的富集。从四种供试品的 UV-ELSD 分析谱图可以得出,经处理和提取后,部分相关色谱峰变化比较明显,即黄芪的成分发生了较大的变化,就此类成分的分析将在下一步的实验中进行研究。

参考文献

1 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China; Vol I (中华人民共和国药

典;第一部)[M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015;302-303.

2 Gu ZR,Li F,Ge B. Experimental research progress on the intervention mechanismof *Astragali Radix* and its medicinal composition on pulmonary fibrosis[J]. Nat Prod Res Dev(天然产物研究与开发),2018,30:161-167.

3 Zhang YZ,Xu F,Liang J,et al. Isoflavonoids from roots of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus*[J]. Chin J Tradit Med Sci Technol(中国中药杂志),2012,37:3243-3248.

4 Cai YP,Zhao R,Zhu D. Research on composition of *Astragalus polysaccharedes*[J]. China Exp Formu(中国实验方剂学杂志),2011,01:81-83.

5 Chen GH,Huang WF. Progress in pharmacological effects of compositions of *Astragalus membranaceus* [J]. Chin J New Drugs(中国新药杂志),2008,17:1482-1485.

6 Wang XL,Liu X,Xia CY,et al. Research progress in chemical constituents in single herbs of Fangji Huangqi decoction and its pharmacological activities [J]. Chin Tradit Herb Drugs(中草药),2016,19:3527-3534.

7 Llu. Research progress on pharmacological effects of *Astragalus membranaceus*[J]. J North Pharmacy(北方药学),2015,12:95-96.

8 Sun ZH,Shao J,GUO M. A review on chemical components and pharmacological effects of Huangqi[J]. Clinical J Chin Med(中医临床研究),2015,25:22-25.

9 Liu Y,Hua SD,He YG,et al. Effects of *Astragalus membra*naceusonatrial dynamics and ANP secretion[J]. Chin J Tradit Med Sci Technol(中国中药杂志),2008,19:2226-2229.

10 Hong Y,Xu SZ,Zeng DY,et al. Study of the inhibitory effect of Huangqi injection on experimental cardiac hypertrophy in rats[J]. Chin Tradit Patent Med(中成药),2002,7:39-43.