

HPLC法同时测定黄芪药材中10种黄酮类成分的含量^Δ

张妍^{1,2*},董琳¹,雍婧姣¹,毛福英¹,尹蕾¹,付雪艳^{1#}(1.宁夏医科大学宁夏回药现代化工程技术研究中心,银川 750001;2.宁夏医科大学宁夏回医药现代化省部共建教育部重点实验室,银川 750001)

中图分类号 R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)21-2970-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.21.25

摘要 目的:建立同时测定黄芪药材中10种黄酮类成分含量的方法。方法:采用高效液相色谱法。色谱柱为Agilent SB-C₁₈,流动相为乙腈-0.3%甲酸溶液(梯度洗脱),流速为1.0 mL/min,检测波长为254 nm,柱温为35 ℃,进样量为10 μL。结果:毛蕊异黄酮-7-O-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素检测进样量线性范围分别为0.030 29~1.514 5 μg($r=0.999 4$)、0.015 00~0.7 500 μg($r=0.999 5$)、0.007 39~0.369 5 μg($r=0.999 1$)、0.120 11~6.005 5 μg($r=0.999 8$)、0.038 36~1.918 μg($r=0.999 9$)、0.029 89~1.494 5 μg($r=0.999 5$)、0.007 04~0.352 μg($r=0.999 4$)、0.016 83~0.841 5 μg($r=0.999 5$)、0.004 54~0.227 μg($r=0.999 9$)、0.013 36~0.668 μg($r=0.999 9$);精密性、稳定性、重复性试验的RSD<2.0%;加样回收率分别为99.55%~100.45%(RSD=0.36%, $n=6$)、99.34%~101.00%(RSD=0.59%, $n=6$)、98.05%~100.36%(RSD=1.27%, $n=6$)、99.73%~100.13%(RSD=0.18%, $n=6$)、99.70%~100.30%(RSD=0.22%, $n=6$)、99.67%~103.27%(RSD=1.37%, $n=6$)、98.13%~104.41%(RSD=2.37%, $n=6$)、96.35%~100.06%(RSD=1.46%, $n=6$)、99.47%~101.13%(RSD=0.60%, $n=6$)、99.70%~100.06%(RSD=0.15%, $n=6$)。结论:该方法操作简便,精密性、稳定性、重复性好,可用于黄芪药材中10种黄酮类成分含量的同时测定。

关键词 黄芪;黄酮类成分;含量测定;高效液相色谱法

Simultaneous Determination of 10 Flavonoids in *Astragalus membranaceus* by HPLC

ZHANG Yan^{1,2}, DONG Lin¹, YONG Jingjiao¹, MAO Fuying¹, YIN Lei¹, FU Xueyan¹(1.Ningxia Research Center for Modern Engineering and Technology of Hui Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan 750001, China; 2.Ningxia Key Lab of Hui Medicine Modernization, Ministry of Education, Ningxia Medical University, Yinchuan 750001, China)

- [1] Murat S, Mine T, Sugihara F, *et al.* Interventional treatment for unrespectable hepatocellular carcinoma[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(37):13453-13456.
- [2] Takayasu K. Transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma over three decades: current progress and perspective[J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2012, 42(4):247-255.
- [3] 蒋明,马华兵,杨瑞梅,等.肝动脉化疗栓塞治疗原发性肝癌200例分析[J].当代医学,2012,18(27):70-71.
- [4] Lencioni R. Management of hepatocellular carcinoma with transarterial chemoembolization in the era of systemic targeted therapy[J]. *Crit Rev Oncol Hematol*, 2012, 83(2):216-224.
- [5] 吴燕,张福成,吴诚,等.盐酸表阿霉素长循环热敏脂质体大鼠药代动力学考察[J].药学学报,2010,45(3):365-370.
- [6] 张洪,张福明,闫士君.索拉非尼固体脂质纳米粒冻干粉制备及体外释药特性研[J].中国药学杂志,2013,48(3):196-202
- [7] 叶社房,侯振清,周志敏,等.植入型表阿霉素缓释药膜的制备及体内抑瘤活性[J].中国生物医学工程学报,2008,27(4):586-590.
- [8] 张丽梅,冯瀚洲,朱春燕.粉经均一的利福布丁聚乳酸-羟基乙酸共聚物微球的制备及体外评价[J].中国药学杂志,2013,48(12):985-989.
- [9] 张洪,张福明,闫士君.高效液相色谱法与紫外光谱法测定索拉非尼原料药含量的比较[J].中国药业,2012,21(16):43-45
- [10] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:二部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:994-995.
- [11] 张志荣.肝靶向米托蒽醌白蛋白微球的研究[J].药学学报,1997,32(1):72-78.
- [12] 伍善广,杨帆,潘育方,等.HPLC法测定红霉素明胶微球的含量[J].广东药学院学报,2008,24(5):487-489.
- [13] 谢黎崖,吴永良,朱佩娟,等.载羟基喜树碱聚乳酸微球的制备与体外释药研究[J].中国新药杂志,2012,21(21):2557-2561.

^Δ 基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(No.NZ14060)

* 助理实验员,硕士。研究方向:药品质量标准提高。E-mail: bloom77@163.com

通信作者:教授,博士。研究方向:中药提取分离与结构鉴定。E-mail: fuxueyan1215@163.com

(收稿日期:2017-02-07 修回日期:2017-04-19)

(编辑:刘柳)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish a method for simultaneous determination of 10 flavonoids in *Astragalus membranaceus*. METHODS: HPLC method was adopted. The determination was performed on Agilent SB-C₁₈ column with mobile phase consisted of acetonitrile-0.3% formic acid (gradient elution) at the flow rate of 1.0 mL/min. The detection wavelength was set at 254 nm, and the column temperature was 35 °C. The sample size was 10 μL. RESULTS: The linear ranges of calycosin-7-*O*-glucoside, isoquercitrin, genistin, ononin, calycosin, quercetin, genistein, kaempferol, isorhamnetin and formononetin were 0.030 29-1.514 5 μg ($r=0.999\ 4$), 0.015 00-0.7 500 μg($r=0.999\ 5$), 0.007 39-0.369 5 μg($r=0.999\ 1$), 0.120 11-6.005 5 μg($r=0.999\ 8$), 0.038 36-1.918 μg ($r=0.999\ 9$), 0.029 89-1.494 5 μg($r=0.999\ 5$), 0.007 04-0.352 μg($r=0.999\ 4$), 0.016 83-0.841 5 μg($r=0.999\ 5$), 0.004 54-0.227 μg($r=0.999\ 9$), 0.013 36-0.668 μg($r=0.999\ 9$), respectively. RSDs of precision, stability and reproducibility tests were all lower than 2.0% . The recoveries were 99.55% -100.45% (RSD=0.36% , $n=6$) , 99.34% -101.00% (RSD=0.59% , $n=6$) , 98.05% -100.36% (RSD=1.27% , $n=6$) , 99.73% -100.13% (RSD=0.18% , $n=6$) , 99.70% -100.30% (RSD=0.22% , $n=6$) , 99.67% -103.27% (RSD=1.37% , $n=6$) , 98.13% -104.41% (RSD=2.37% , $n=6$) , 96.35% -100.06% (RSD=1.46% , $n=6$) , 99.47% -101.13% (RSD=0.60% , $n=6$) , 99.70% -100.06% (RSD=0.15% , $n=6$) , respectively. CONCLUSIONS: This method is convenient, sensitive, stable and reproducible, can be used for simultaneous determination of 10 flavonoids in *A. membranaceus*. **KEYWORDS** *Astragalus membranaceus*; Flavonoids; Content determination; HPLC

黄芪为豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或膜荚黄芪 *A. membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根。其味甘，性微温，归肺、脾经，具有补气升阳、益卫固表、利尿消肿、生津养血、托毒排脓、敛疮生肌等功效，临床用于气虚乏力、食少便溏、中气下陷、久泻脱肛、便血崩漏、表虚自汗、气虚水肿、血虚萎黄、内热消渴等症^[1]。近年研究表明，黄芪主要含黄芪多糖、黄芪皂苷和黄酮类成分，具有增强免疫系统功能、抗心肌缺血、双向调节血压、保护血管内皮细胞、保肝、抗肿瘤、清除自由基和抗衰老等作用^[2-4]；黄芪药材中黄酮类成分共分离出几十余种，主要有槲皮素、山柰酚、异鼠李素、羟基异黄酮、异黄烷、芦丁、芒柄花素、毛蕊异黄酮、染料木苷、染料木素、刺芒柄花苷等^[5-6]。本试验采集内蒙、山西、河南、甘肃、宁夏等地 21 批黄芪药材，利用高效液相色谱法 (HPLC) 测定了黄芪药材中 10 种黄酮类成分的含量，为黄芪药材的质量控制及合理开发利用资源提供了依据。

1 材料

1.1 仪器

1260 型 HPLC 仪，包括 DAD 检测器 (美国 Agilent 公司)；AL-204 型电子分析天平 (瑞士 Merreller-Toledo 公司)；CPA225D 型电子分析天平 (德国 Sartorius 公司)；KQ3200 型超声波清洗仪 (昆山市超声仪器有限公司，功率：250 W，频率：40 kHz)。

1.2 试剂

毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷对照品 (批号：14110905)、异槲皮苷对照品 (批号：15070211)、染料木苷对照品 (批号：15021802)、刺芒柄花苷对照品 (批号：15052010)、毛蕊异黄酮对照品 (批号：14121511)、槲皮素对照品 (批号：15090717)、染料木素对照品 (批号：14110908)、山柰酚对照品 (批号：14110508)、异鼠李素对照品 (批号：14102108)、芒柄花素对照品 (批号：

15061408) 均购自成都思天德生物科技有限公司，纯度均 >98%；甲醇、甲酸均为色谱纯，其余试剂均为分析纯，水为纯化水。

1.3 药材

21 批黄芪药材均采自不同产地 (见表 1)，经宁夏医科大学药学院董琳博士鉴定为豆科蒙古黄芪 *A. membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *monghlicu* (Bge.) Hsiao 的干燥根。

表 1 黄芪药材来源

Tab 1 Source of *A. membranaceus*

编号	来源	品种	编号	来源	品种
1	内蒙包头	蒙古黄芪	12	宁夏隆德财联 3 年生	蒙古黄芪
2	内蒙赤峰牛家营子	蒙古黄芪	13	宁夏隆德神林	蒙古黄芪
3	内蒙赤峰	蒙古黄芪	14	宁夏泾源	蒙古黄芪
4	山西应县	蒙古黄芪	15	甘肃岷县清水乡清水村	蒙古黄芪
5	山西繁峙	蒙古黄芪	16	甘肃岷县清水乡腊梅村	蒙古黄芪
6	山西浑源	蒙古黄芪	17	甘肃岷县十里乡雷家庄	蒙古黄芪
7	河南	蒙古黄芪	18	甘肃岷县十里乡中寨村	蒙古黄芪
8	宁夏彭阳城阳乡	蒙古黄芪	19	甘肃岷县西寨镇雪地河村	蒙古黄芪
9	宁夏县	蒙古黄芪	20	甘肃岷县西寨镇大寨村	蒙古黄芪
10	宁夏彭阳孟源	蒙古黄芪	21	岷县西寨镇冷地村	蒙古黄芪
11	宁夏隆德财联 2 年生	蒙古黄芪			

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱：Agilent SB-C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 μm)；流动相：乙腈 (A)-0.3% 甲酸溶液 (B)，梯度洗脱 (0~15 min, 5% →20% A；15~30 min, 20% →25% A；30~35 min, 25% →30% A；35~40 min, 30% A；40~60 min, 30% →40% A)；流速：1.0 mL/min；检测波长：254 nm；柱温：35 °C；进样量：10 μL。

2.2 溶液的制备

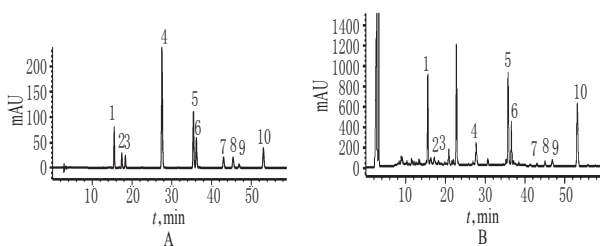
2.2.1 混合对照品溶液 取各待测成分对照品各适量，精密称定，加甲醇制成毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料

木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素质量浓度分别为30.29、15.00、7.39、120.11、38.36、29.89、7.04、16.83、4.54、13.36 $\mu\text{g/mL}$ 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取样品约5 g,研细(过4号筛),精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加甲醇50 mL,称定质量,放置过夜,50 $^{\circ}\text{C}$ 下超声处理1 h,放冷,滤过,滤液浓缩至干,用甲醇溶解并定容至5 mL,摇匀,经0.22 μm 微孔滤膜滤过,取续滤液,即得。

2.3 系统适用性试验

取“2.2.1”项下混合对照品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱,详见图1。结果,毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素保留时间分别为15.6、17.6、18.5、27.7、35.7、36.6、43.4、45.8、47.2、53.4 min,各成分基线分离良好;理论板数均 >1.5 。



A.混合对照品;B.供试品;1.毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷;2.异槲皮苷;3.染料木苷;4.刺芒柄花苷;5.毛蕊异黄酮;6.槲皮素;7.染料木素;8.山柰酚;9.异鼠李素;10.芒柄花素

A. mixed control; B. test samples; 1. calycosin-7-*O*-glucoside; 2. isoquercitrin; 3. genistin; 4. ononin; 5. calycosin; 6. quercetin; 7. genistein; 8. kaempferol; 9. isorhamnetin; 10. formononetin

图1 高效液相色谱图

Fig 1 HPLC chromatograms

2.4 线性关系考察

分别精密量取“2.2.1”项下对照品溶液1、5、10、20、50 μL ,按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。以待测成分进样量($x, \mu\text{g}$)为横坐标、峰面积(y)为纵坐标进行线性回归,回归方程与线性范围见表2。

表2 回归方程与线性范围

Tab 2 Regression equations and liner ranges

待测成分	回归方程	线性范围, μg	r
毛蕊异黄酮-7- <i>O</i> -葡萄糖苷	$y=2.877.3x+50.518$	0.030 29~1.514 5	0.999 4
异槲皮苷	$y=2.374.7x+11.632$	0.015 00~0.750 0	0.999 5
染料木苷	$y=4.683.5x-19.653$	0.007 39~0.369 5	0.999 1
刺芒柄花苷	$y=3.440.3x-45.284$	0.120 11~6.005 5	0.999 8
毛蕊异黄酮	$y=4.726.8x-60.506$	0.038 36~1.918	0.999 9
槲皮素	$y=3.100.5x+14.692$	0.029 89~1.494 5	0.999 5
染料木素	$y=6.405.7x-13.732$	0.007 04~0.352	0.999 4
山柰酚	$y=2.675x-12.836$	0.016 83~0.841 5	0.999 5
异鼠李素	$y=3.240.1x+1.1883$	0.004 54~0.227	0.999 9
芒柄花素	$y=5.647.8x+20.43$	0.013 36~0.668	0.999 9

2.5 精密度试验

取“2.2.1”项下对照品溶液适量,按“2.1”项下色谱条件连续进样测定6次,记录峰面积。结果,毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素峰面积的RSD分别为0.59%、1.10%、0.41%、0.54%、0.94%、0.27%、0.68%、0.61%、0.57%、0.64% ($n=6$),表明仪器精密度良好。

2.6 稳定性试验

取“2.2.2”项下供试品溶液(编号:3)适量,分别于室温下放置0、4、8、12、18、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果,毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素峰面积的RSD分别为0.06%、0.62%、1.45%、0.15%、0.09%、1.20%、1.31%、1.95%、1.53%、0.77% ($n=6$),表明供试品溶液室温放置24 h内基本稳定。

2.7 重复性试验

精密称取同一批样品(编号:3)适量,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,共6份,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算样品含量。结果,毛蕊异黄酮-7-*O*-葡萄糖苷、异槲皮苷、染料木苷、刺芒柄花苷、毛蕊异黄酮、槲皮素、染料木素、山柰酚、异鼠李素和芒柄花素平均含量分别为2.274 0、0.073 8、0.045 5、1.578 0、1.448 8、0.210 1、0.005 5、0.069 6、0.014 0、0.114 6 mg/g, RSD 分别为 0.13%、1.75%、1.66%、0.06%、0.07%、0.61%、1.87%、0.96%、0.64%、0.46% ($n=6$),表明本方法重复性良好。

2.8 加样回收率试验

取已知含量样品(编号:3)适量,共6份,分别加入一定质量的待测成分对照品,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算加样回收率,结果见表3。

表3 加样回收率试验结果($n=6$)

Tab 3 Results of recovery tests($n=6$)

待测成分	加样回收率, %	平均加样回收率, %	RSD, %
毛蕊异黄酮-7- <i>O</i> -葡萄糖苷	99.55~100.45	100.00	0.36
异槲皮苷	99.34~101.00	100.18	0.59
染料木苷	98.05~100.36	99.34	1.27
刺芒柄花苷	99.73~100.13	99.95	0.18
毛蕊异黄酮	99.70~100.30	100.05	0.22
槲皮素	99.67~103.27	100.48	1.37
染料木素	98.13~104.41	99.75	2.37
山柰酚	96.35~100.06	99.31	1.46
异鼠李素	99.47~101.13	100.35	0.60
芒柄花素	99.70~100.06	99.94	0.15

2.9 药材样品含量测定

取21批样品各适量,分别按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面

积并计算样品含量,结果见表4。

表4 药材样品含量测定结果($n=3, \text{mg/g}$)

Tab 4 Results of contents determination of samples ($n=3, \text{mg/g}$)

样品 编号	毛蕊异黄酮- O-葡萄糖苷	异瓣 皮苷	染料 木苷	刺芒柄 花苷	毛蕊异 黄酮	瓣皮 素	染料 木素	山柰 酚	异鼠 李素	芒柄 花素
1	1.430 6	0.036 6	0.036 5	0.706 7	0.898 9	0.543 1	0.009 1	0.060 8	0.024 3	0.145 9
2	2.539 4	0.061 2	0.050 8	1.686 6	1.572 8	0.146 3	0.003 9	0.070 7	0.011 2	0.077 4
3	2.273 1	0.073 5	0.044 4	1.578 4	1.450 1	0.208 7	0.005 4	0.068 9	0.013 9	0.114 1
4	1.650 4	0.058 6	0.046 1	0.589 5	1.464 7	0.796 0	0.020 3	0.073 2	0.113 0	1.009 7
5	0.732 0	0.045 8	0.026 1	0.269 9	1.300 8	0.255 9	0.034 0	0.059 2	0.082 5	0.580 2
6	2.269 2	0.051 4	0.015 7	0.969 5	0.740 7	0.152 8	0.008 7	0.071 7	0.012 2	0.057 6
7	2.975 3	0.013 2	0.019 3	1.439 0	1.877 3	0.181 5	0.016 1	0.138 1	0.023 9	0.048 4
8	3.280 9	0.097 3	0.068 6	1.186 9	0.607 1	0.757 6	0.023 4	0.139 8	0.037 4	0.172 4
9	0.650 1	0.036 1	0.035 4	0.401 8	0.428 7	0.145 4	0.004 4	0.040 1	0.013 2	0.072 2
10	0.857 0	0.046 3	0.032 5	0.505 5	0.655 2	0.175 5	0.007 3	0.055 1	0.015 1	0.082 0
11	0.637 4	0.046 2	0.040 3	0.344 0	0.513 1	0.126 0	0.005 7	0.052 3	0.013 7	0.055 2
12	2.522 1	0.080 8	0.062 6	0.892 4	0.754 9	0.696 1	0.022 0	0.148 0	0.039 9	0.162 1
13	0.844 7	0.049 0	0.048 2	0.450 4	0.698 8	0.158 1	0.006 1	0.058 4	0.017 8	0.065 2
14	0.383 2	0.045 4	0.029 9	0.354 8	0.417 9	0.150 7	0.007 2	0.067 8	0.020 7	0.115 0
15	1.110 3	0.041 3	0.034 3	0.706 3	0.914 7	0.298 0	0.007 5	0.065 6	0.025 0	0.149 3
16	2.409 4	0.047 0	0.050 6	0.955 7	1.183 1	0.582 7	0.015 4	0.109 3	0.042 4	0.241 8
17	1.570 2	0.058 1	0.044 8	0.821 1	1.060 5	0.285 7	0.006 7	0.069 3	0.015 8	0.111 1
18	1.245 4	0.040 3	0.048 0	0.703 4	0.945 8	0.291 2	0.007 5	0.072 5	0.017 4	0.138 1
19	1.301 6	0.054 0	0.032 8	0.792 1	1.019 8	0.261 6	0.007 4	0.065 6	0.018 4	0.135 3
20	1.034 1	0.043 6	0.037 9	0.689 5	0.936 1	0.279 8	0.010 0	0.075 8	0.019 6	0.166 8
21	1.422 1	0.037 3	0.039 7	0.690 3	0.918 0	0.270 5	0.012 2	0.069 4	0.023 9	0.125 3

3 讨论

3.1 流动相的选择

黄芪中黄酮类成分较多且呈弱酸性,故采用酸性缓冲系统^[7],本研究考察了乙腈-磷酸、乙腈-甲酸系统,发现使用甲酸作为抑制剂,黄酮类成分分离良好;此外还考察了不同梯度的流动相配比,最终发现当流动相A为乙腈,B为0.3%甲酸溶液,梯度洗脱(0~15 min,5%→20% A;15~30 min,20%→25% A;30~35 min,25%→30% A;35~40 min,30% A;40~60 min,30%→40% A)时10种黄酮类成分能全部分离,且与相邻色谱峰的分度度>1.5,故选其为流动相。

3.2 提取方法的选择

相关文献报道,超声法提取黄芪总黄酮比连续回流提取法具有快速、节省溶剂、提取的有效成分含量高优点^[8]。本试验考察了超声、浸泡、回流等提取方式,发现先浸泡过夜后超声50℃提取60 min,再将提取液浓缩至5 mL时提取的黄酮类有效成分较多,且提取方法简单快捷,故采用先浸泡过夜再超声提取的方法进行提取。

3.3 检测波长的选择

相关文献报道,毛蕊异黄酮苷和毛蕊异黄酮在258 nm波长处有最大吸收,在288 nm波长处有肩峰;芒柄花

苷和芒柄花素在248 nm波长处有最大吸收,在290 nm波长处有肩峰^[9-10];染料木素及染料木苷在260 nm波长处有最大吸收^[11];槲皮素在255 nm波长处有最大吸收,山柰酚在266 nm波长处有最大吸收^[12]。用二极管阵列检测器全波长(200~400nm)扫描供试品溶液,得出指纹图谱,依据色谱图尽可能的兼顾大部分吸收峰,发现各成分在254 nm波长处均有较好的峰形和峰面积,故选此波长为检测波长。

综上所述,本方法操作简便,精密度、稳定性、重复性好,可用于黄芪药材中10种黄酮类成分含量的同时测定。

参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:302.
- [2] 刘德利,包华音,刘杨.近5年黄芪化学成分及药理作用研究进展[J].食品与药品,2014,16(1):68-70.
- [3] 张蕾,高文远,满淑丽.黄芪中有效成分药理活性的研究进展[J].中国中药杂志,2012,37(21):3203-3207.
- [4] 顾检勇,黄培志.黄茂注射液对脂多糖致大鼠急性肺损伤后细胞凋亡的保护作用[J].中国新药与临床杂志,2007,26(3):212-214.
- [5] 田华,邓雁如,周坤,等.蒙古黄芪的化学成分研究[J].中国实验方剂学杂志,2016,22(7):70-73.
- [6] 罗舟,苏明智,颜鸣,等.蒙古黄芪的化学成分研究[J].中草药,2012,43(3):458-462.
- [7] 覃红萍,鲁静,林瑞超,等.黄芪中异黄酮类成分的研究[J].药物分析杂志,2009,29(5):746-748.
- [8] 孔繁晟,贾永光,孙爱群,等.超声法与连续回流法提取黄芪总黄酮的工艺对比研究[J].中国药房,2010,21(19):1752-1754.
- [9] 王晓辉,刘涛,李清,等.高效液相色谱法同时测定黄芪中的五种异黄酮类成分[J].色谱,2006,24(5):486-488.
- [10] 蔡海霞,陈君,李萍.一测多评法测定黄芪中4种异黄酮的含量[J].中国中药杂志,2010,35(5):2712-2717.
- [11] 杨启明,张春风,杨中林.HPLC测定不同产地蔓性千斤拔中染料木苷和染料木素的含量[J].中国现代应用药学,2012,29(8):744-748.
- [12] 石继亮,单玉,张振秋,等.HPLC法同时测定黄芪中槲皮素、山柰酚、芒柄花素的含量[J].药物分析杂志,2010,30(1):114-116.

(收稿日期:2016-08-27 修回日期:2016-10-11)

(编辑:张静)