

黄芪中黄芪甲苷含量测定的新方法探讨

杜茂波¹, 张敏², 沈硕¹, 刘淑芝^{1*}

(1. 中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700;
2. 中国中医科学院 中医基础理论研究所, 北京 100700)

[摘要] **目的:** 探讨黄芪中黄芪甲苷含量测定的新方法的可行性。**方法:** 通过对文献涉及的黄芪中黄芪甲苷测定方法的梳理, 采用一种黄芪甲苷测试的新方法, 即“回流碱化衍生法”。开展了含量测定预试, 并对新方法与2015年版《中国药典》方法(简称药典法)所测的不同批次黄芪中黄芪甲苷的含量数据进行了比较。**结果:** 回流碱化衍生法测定黄芪甲苷的方法学符合相关规定, 且测定的黄芪中黄芪甲苷的含量高于药典法。标准曲线为 $Y = 1.315X + 6.3112$ ($r = 0.9997, n = 6$, 线性范围 $0.0446 \sim 8.92 \mu\text{g}$), 日内精密性、日间精密性的 RSD 分别为 0.5%, 0.6%, 重复性试验 RSD 1.2%, 48 h 稳定性试验的 RSD 2.1%, 回收率试验的 RSD 2.0%。回流碱化衍生法、药典法测定的 16 批黄芪饮片中黄芪甲苷的质量分数分别为 0.371%, 0.203%, 0.315%, 0.218%, 0.386%, 0.221%, 0.353%, 0.192%, 0.303%, 0.197%, 0.373%, 0.188%, 0.361%, 0.114%, 0.349%, 0.112%; 0.243%, 0.152%, 0.214%, 0.168%, 0.274%, 0.157%, 0.221%, 0.133%, 0.203%, 0.141%, 0.257%, 0.132%, 0.238%, 0.084%, 0.242%, 0.096%。**结论:** 回流碱化衍生法可用于黄芪饮片中黄芪甲苷的含量测定, 较药典法操作起来更加简便、黄芪甲苷衍生物的转化效率更好、可重复性更好。该方法可以为形成快速、科学、准确的黄芪甲苷含量测定方法提供参考。

[关键词] 黄芪; 黄芪甲苷; 含量测定; 回流碱化衍生法; 《中国药典》

[中图分类号] R284.2; R289; R22; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2020)06-0132-06

[doi] 10.13422/j.cnki.sjfx.20192311

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.r.20190819.0920.001.html>

[网络出版时间] 2019-08-19 10:32

New Method for Determination of Astragaloside IV in Astragali Radix

DU Mao-bo¹, ZHANG Min², SHEN Shuo¹, LIU Shu-zhi^{1*}

(1. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

2. Institute of Basic Theory for Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing 100700, China)

[Abstract] **Objective:** To study on the feasibility of a new method for determination of astragaloside IV in Astragali Radix. **Method:** By summarizing the literatures about the method for determining the content of astragaloside IV in Astragali Radix and analyzing the results of the preliminary test, a new method for preparing a test solution of astragaloside was established, named "Reflow alkalization derivatization method". The content determination test was carried out, and the content data of astragaloside IV in different batches of Astragali Radix measured by the pharmacopoeia method were compared with that by the Reflow alkalization derivatization method. **Result:** The new method for the determination of astragaloside IV conformed to the corresponding regulations. The content of astragaloside IV in astragali radix determined by the new method was higher than that by the pharmacopoeia method. The standard curve was $Y = 1.315X + 6.3112$ ($r = 0.9997, n = 6$, linear range is

[收稿日期] 20190530(013)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81373977); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(ZZ13-YQ-052, ZZ13-YQ-108)

[第一作者] 杜茂波, 博士, 助理研究员, 从事中药制剂及外用新剂型研究, E-mail: mbdu@icmm.ac.cn

[通信作者] * 刘淑芝, 研究员, 博士生导师, 从事中药制剂及外用新剂型研究, E-mail: liushuzhi2004@sina.com

0.044 6-8.92 μg). The RSDs of intraday precision and daytime precision were 0.5% and 0.6%, respectively. The RSD of the repetitive experiment was 1.2%. The RSD of the 48 h stability test was 2.1%, and the RSD of the recovery test was 2.0%. The contents of astragaloside IV in 16 batches of Astragali Radix determined by Reflow alkalization derivatization method and pharmacopoeia method were 0.371%, 0.203%, 0.315%, 0.218%, 0.386%, 0.221%, 0.353%, 0.192%, 0.303%, 0.197%, 0.373%, 0.188%, 0.361%, 0.114%, 0.349%, 0.112%; 0.243%, 0.152%, 0.214%, 0.168%, 0.274%, 0.157%, 0.221%, 0.133%, 0.203%, 0.141%, 0.257%, 0.132%, 0.238%, 0.084%, 0.242%, and 0.096%. **Conclusion:** The Reflow alkalization derivatization method can be used to determine the content of astragaloside IV in Astragali Radix. This method is simpler to operate than the pharmacopoeia method, and the conversion efficiency of astragalus glycosides derivatives is better and reproducible. This method can provide reference for the formation of a fast, scientific and accurate method for the determination of astragalus IV.

[Key words] Astragali Radix; astragaloside IV; determination; reflow alkalization derivatization method; Chinese Pharmacopoeia

黄芪甲苷是黄芪中的有效成分之一,属于黄芪多糖的一种,具有较强的生物活性。药效强度是常规黄芪多糖的 2 倍多,抗病毒作用更是黄芪多糖的 30 倍,因此具有“超级黄芪多糖”之称。黄芪甲苷具有增强机体免疫力、提高机体抗病毒能力、抗应激功效、作为促生长剂及改善心肺功能等作用^[1]。

黄芪甲苷是 2015 年版《中国药典》^[2] 规定的黄芪饮片质量控制的成分,含有黄芪的处方或者中成药一般都将其作为含量控制的指标。根据中医药百科全书(ETCM 数据库)的检索结果,共有 327 种中成药含有黄芪饮片^[3]。黄芪中黄芪甲苷由两部分组成,一部分是游离的黄芪甲苷,一部分是来自于黄芪甲苷衍生物的转化,这两部分黄芪甲苷的总和才是黄芪饮片中黄芪甲苷的总含量。

因此,黄芪中黄芪甲苷含量的高低与黄芪甲苷衍生物转化的程度直接相关,黄芪甲苷衍生物转化成游离黄芪甲苷越多则测定的黄芪中黄芪甲苷的含量越高,反之则越低。如何将黄芪中黄芪甲苷衍生物完全转化成游离的黄芪甲苷就成了研究人员亟需解决的问题。

黄芪甲苷衍生物转化成游离的黄芪甲苷,一般采用碱化的方法。其原理是黄芪甲苷衍生物在碱的作用下发生水解,转变成游离的黄芪甲苷,就可以被检测到。黄芪甲苷衍生物转化成游离的黄芪甲苷原理示意图,见图 1。

在黄芪甲苷的测定中,如何让黄芪甲苷衍生物完全转化为黄芪甲苷是测定的关键环节,也就是黄芪药材供试品的制备方法是黄芪甲苷测定的关键。2015 年版《中国药典》记载的样品处理方法(以下简称药典法)为称取样品 4 g,精密称定,置索氏提取

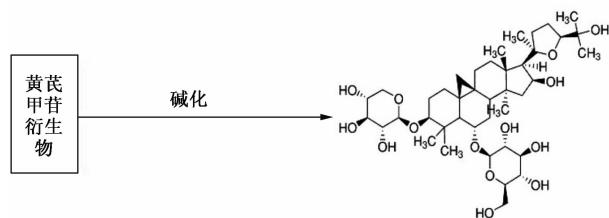


图 1 黄芪甲苷衍生物转化为黄芪甲苷的示意
Fig.1 A diagram of conversion of astragaloside IV derivatives into astragaloside IV

器中,加甲醇 40 mL,冷浸过夜,再加甲醇适量,加热回流 4 h,提取回收溶剂并浓缩至干,残渣加水 10 mL,微热使其溶解,用水饱和的正丁醇振荡提取 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,正丁醇液蒸干,残渣加水 5 mL 使溶解,放冷,通过 D101 型大孔吸附树脂柱(内径 1.5 cm,柱高 12 cm),以水 50 mL 洗脱,弃去水液,再用 40% 乙醇 30 mL 洗脱,弃去洗脱液,继用 70% 乙醇 80 mL 洗脱,收集洗脱液,蒸干,残渣加甲醇溶解,转移至 5 mL 的量瓶中,加甲醇至刻度,即得。该方法涉及提取、正丁醇萃取、氨液碱化和 D101 型大孔树脂处理等步骤,步骤十分繁琐,周期长,出错的机会也较多。

刘玫等^[4]采用氨液水解的方法对黄芪甲苷进行了测定,优化了氨液水解条件,并对比了氨液水解前后黄芪甲苷的含量,结果氨液水解后黄芪甲苷的含量较氨液水解前提高了 16 倍,氨试液的浓度为 2%,水解温度是 90 $^{\circ}\text{C}$ 。

由于药典法测定黄芪甲苷存在上述问题,许多学者也提出了改进方法^[5-14]。陈有根等^[15]先用氨试液将黄芪药材润湿再加入正丁醇,然后超声处理

15 min, 重复一次, 合并 2 次正丁醇液, 水洗 2 次, 正丁醇液蒸干后用甲醇定容测定。该方法简化了药典法测定黄芪甲苷的步骤, 测定的黄芪甲苷的含量也高于药典法。

吴巧凤等^[16]将样品用 2% 氢氧化钾甲醇溶液索氏提取, 提取溶液蒸干后, 用三氯甲烷-正丁醇(2:1) 萃取, 然后用 1% 磷酸二氢钾溶液和水进行洗涤, 蒸干后定容, 结果该法测定黄芪甲苷的含量也较高, 同时简化了操作步骤。

姚美村等^[17]先将黄芪药材用甲醇索氏提取 4 h, 然后将提取液蒸干, 水饱和正丁醇溶解, 用 1% 氢氧化钠溶液洗涤、水洗涤后, 正丁醇液蒸干, 残渣加吡啶溶解, 加入三氯甲烷, 在冰浴下加入苯甲酰氯, 摇匀, 4 ℃ 放置 24 h 挥干溶剂, 加入内标, 用甲醇稀释, 定容, 该方法提高了黄芪甲苷的含量, 操作步骤也得到了简化。

黄芪甲苷测定用碱法进行衍生化处理, 温度、时间及碱性的强弱都会影响衍生化的效果, 高温、更长的时间及更强的碱性时, 就有更高的转化效率。根据上述文献的报告, 结合前期预试验的结果, 研究提出一种回流碱化衍生处理黄芪甲苷衍生物的方法。

回流碱化衍生法具体步骤为取黄芪药材样品 0.5 g, 精密称定, 置于锥形瓶中, 加甲醇 50 mL, 氢氧化钠 0.5 g(氢氧化钠-甲醇 1:100), 加热回流 4 h, 盐酸调 pH 至中性, 滤纸滤过, 100 ℃ 水浴蒸干, 然后用甲醇定容, 测定。

回流碱化衍生法, 具有碱化温度高、碱化时间长、碱性强的特点, 预测该方法可以将黄芪甲苷衍生物完全转化为游离的黄芪甲苷, 推断使用回流碱化衍生法处理黄芪药材样品, 测定出的黄芪甲苷含量要优于药典法。将药典法、回流碱化衍生法 2 种方法的基本情况对比列出, 见表 1。

表 1 回流碱化衍生法、药典法基本情况一览

Table 1 List of basic facts of reflux alkalization derivative method and Pharmacopoeia method

类别\方法	回流碱化衍生法	药典法
处理步骤	①氢氧化钠回流提取 4 h; ②调 pH 至中性	①索氏提取 4 h; ②正丁醇萃取; ③氨液碱化; ④大孔树脂纯化
样品处理时间	4.5 h	>9 h
转化条件	①温度 64.7 ℃; ②时间 4 h; ③碱的种类为强碱 NaOH	①温度室温; ②时间约 40 min; ③碱的种类为弱碱氨试液
可重复性	强	弱
有无正丁醇	无	有

本研究将验证回流碱化衍生法测定黄芪甲苷药材中黄芪甲苷含量的可行性并验证其测定含量高于药典的推断, 以期提供一种准确、简便、高效的黄芪甲苷含量测定方法。

1 材料

黄芪甲苷对照品(中国食品药品检定研究院, 批号 110781-200613, 纯度 > 98%), Agilent Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱[安捷伦科技(中国)有限公司], 黄芪饮片(北京仟草中药饮片有限公司, 经中国中医科学院中药研究所杜茂波助理研究员鉴定, 豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* 的干燥根或膜荚黄芪 *A. membranaceus* 的干燥根), 水为纯净水, 甲醇、乙腈为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。

1200 系列高效液相色谱仪, Agilent InterFace 35900E 型数模转换器[安捷伦科技(中国)有限公司], XWK-III 型空气发生器(天津市津分分析仪器制造有限公司), ELSD2000ES 型蒸发光检测器(奥

泰医疗系统有限责任公司), BP211D 型 1/1 万电子天平(德国赛多利斯), JJ500 型电子天平(常熟市双杰测试仪器厂, 精度 0.01 g)。

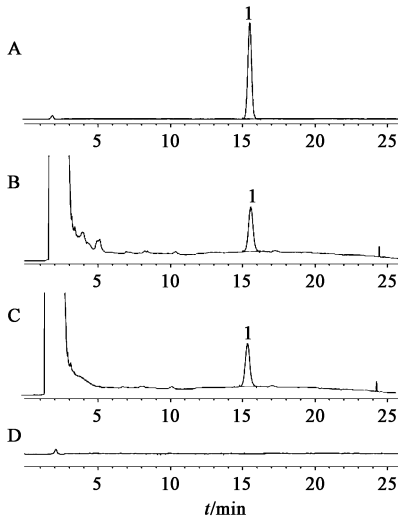
2 方法与结果

2.1 黄芪甲苷方法学考察

2.1.1 色谱条件 Agilent 1200 系列高效液相色谱仪, Agilent Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱, 流速 1 mL·min⁻¹, 检测器 ELSD2000ES, 气体输出流速 2.7 L·min⁻¹, 管温 105 ℃, 流动相乙腈-水(32:68)。色谱图见图 2。

2.1.2 对照品溶液的制备 取黄芪甲苷对照品适量, 精密称定, 置 10 mL 量瓶中, 加甲醇配成质量浓度为 0.446 g·L⁻¹ 的溶液, 即得。

2.1.3 供试品溶液的制备 取样品 0.5 g, 精密称定, 置于 100 mL 锥形瓶中, 加甲醇 50 mL, 氢氧化钠 0.5 g, 加热回流 4 h, 盐酸调 pH 至中性, 滤纸滤过, 水浴蒸干, 再加甲醇 50 mL 溶解, 定容于 50 mL 量瓶中, 即得。



A. 对照品; B. 回流碱化提取法; C. 药典法样品; D. 空白; 1. 黄芪甲苷
图 2 黄芪甲苷 HPLC

Fig. 2 HPLC chromatograms of astragaloside IV

2.1.4 标准曲线的绘制 精密吸取对照品溶液适量, 过 0.45 μm 微孔滤膜, 配制 6 个不同质量浓度的对照品溶液, 进样 10 μL , 以黄芪甲苷的进样质量为横坐标, 峰面积为纵坐标, 按照外标两点法对数计算黄芪甲苷的含量。得回归方程为 $Y = 1.315X + 6.3112$ ($r = 0.9997, n = 6$), 线性范围为 0.0446 ~ 8.92 μg 。

2.1.5 精密度试验 日内精密度将对照品溶液于同日内连续进样 6 次, 测定峰面积, 经计算, 黄芪甲苷的 RSD 0.5%, 表明仪器的精密度良好。

日间精密度将对照品溶液于 3 日内每日分别连续进样 3 次, 测定峰面积, 经计算, 黄芪甲苷的 RSD 0.6%, 表明仪器的精密度良好。

2.1.6 重复性试验 重复性试验取 6 份供试品溶液, 分别进样, 测定黄芪甲苷质量分数为 36.55 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, RSD 1.2%, 表明方法的重复性良好。

2.1.7 稳定性试验 稳定性试验取同一供试品溶液, 分别在样品制备后第 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48 h 进样, 测定峰面积。经计算黄芪甲苷的 RSD 2.1%, 表明供试品溶液在 48 h 内稳定性良好。

2.1.8 回收率试验 取已知含量的 6 份样品, 按供试品-对照品 1:1 的比例准确加入对照品, 制备供试品溶液, 测定成分含量。经计算, 黄芪甲苷平均加样回收率为 99.42%, RSD 2.0%, 表明方法的准确度良好。见表 2。

2.2 黄芪饮片含量测定 取 16 个不同产地的黄芪

表 2 黄芪甲苷加样回收试验

Table 2 Recovery test of astragaloside IV

No.	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 /%	RSD /%
1	3.701	102.11		
2	3.626	97.94		
3	3.664	100.06	99.42	2.0
4	3.614	97.28		
5	3.628	98.06		
6	3.682	101.06		

注: 加入量均为 1.800 mg; 样品中量均为 1.863 mg。

饮片, 照 2.1.3 项下方法制备供试品溶液, 精密吸取供试品溶液 10 μL , 注入液相色谱仪, 测定; 同时按照 2015 年版《中国药典》收录的黄芪药材黄芪甲苷的测定方法制备供试品溶液, 精密吸取供试品溶液 10 μL , 注入液相色谱仪, 测定。以自然对数方程计算黄芪甲苷的含量, 结果用改进法测定的黄芪甲苷的含量高于药典方法测定的黄芪甲苷的含量, 见表 3。

表 3 回流碱化衍生法、药典法测定不同来源黄芪中黄芪甲苷的含量

Table 3 Determination of content of astragaloside IV in different sources of Astragali Radix by reflux alkalization derivatization method and Pharmacopoeia method

来源	产地	培育方法	回流碱化衍生法 /%	药典法 /%
蒙古黄芪	内蒙古多伦	野生	0.371	0.243
蒙古黄芪	内蒙古赤峰	栽培	0.203	0.152
膜荚黄芪	内蒙古多伦	野生	0.315	0.214
膜荚黄芪	内蒙古赤峰	栽培	0.218	0.168
蒙古黄芪	山西大同	野生	0.386	0.274
蒙古黄芪	山西浑源	栽培	0.221	0.157
膜荚黄芪	山西大同	野生	0.353	0.221
膜荚黄芪	山西浑源	栽培	0.192	0.133
蒙古黄芪	黑龙江林海	野生	0.303	0.203
蒙古黄芪	黑龙江牡丹江	栽培	0.197	0.141
膜荚黄芪	黑龙江林海	野生	0.373	0.257
膜荚黄芪	黑龙江牡丹江	栽培	0.188	0.132
蒙古黄芪	甘肃陇西	野生	0.361	0.238
蒙古黄芪	甘肃岷县	栽培	0.114	0.084
膜荚黄芪	甘肃陇西	野生	0.349	0.242
膜荚黄芪	甘肃岷县	栽培	0.112	0.096

3 讨论

研究基于药典法测定黄芪甲苷的原理, 结合前

人的经验^[4-17]提出了一种更简便、更高效的样品处理方法用于黄芪甲苷药材中黄芪甲苷含量的测定,将该种方法称之为回流碱化衍生法。对回流碱化衍生法进行了方法学考察,结果得到线性关系良好的标准曲线($r = 0.9997$),日内精密度试验 RSD 0.5%,日间精密度试验 RSD 0.6%,重复性试验 RSD 1.2%,48 h 稳定性试验的 RSD 2.1%,回收率试验平均回收率 99.42%,RSD 2.0%。方法学考察结果表明,回流碱化衍生法可以用于黄芪甲苷的定量检测。

研究使用回流碱化衍生法测定了 16 批不同来源黄芪饮片中黄芪甲苷的含量,并与药典法进行比较,黄芪饮片包括 4 个产地(内蒙古、山西、黑龙江及甘肃),2 个基原(蒙古黄芪及膜荚黄芪),2 种培育方式(野生和种植),结果使用回流碱化衍生法测定的 16 批黄芪饮片中黄芪甲苷的含量均高于药典法。上述结果表明,回流碱化衍生法可能将更多的黄芪甲苷衍生物转化成了游离的黄芪甲苷,提高了转化效率,也验证了前言中的推断。说明回流碱化衍生法是一种更简单、更高效的黄芪药材供试品的制备方法。

使用回流碱化衍生法制备黄芪饮片供试品溶液的原理与药典一致,都是使用碱化衍生的方法,将黄芪甲苷衍生物转化成游离的黄芪甲苷。2 种方法的区别包括以下几点,①转化顺序不同,回流碱化衍生法是在提取过程中同时完成黄芪甲苷衍生物向游离黄芪甲苷的转变,药典法是先将黄芪甲苷衍生物提取出来然后再进行碱化衍生,回流碱化衍生法转化效率更高;②转化温度不同,回流碱化衍生法的转化温度为甲醇沸腾时的温度,也即是甲醇的沸点 64.7℃,药典法的转化温度为室温,也就是 25℃,回流碱化衍生法具有更高的转化温度;③转化时间不同,回流碱化衍生法转化时间是 4 h,药典法转化时间是 40 min 左右,回流碱化衍生法具有更长的转化时间;④碱化强度不同,回流碱化衍生法碱化使用的是 NaOH,药典法使用的是氨试液,回流碱化衍生法在转化时的碱性更强;⑤样品处理时间不同,回流碱化衍生法处理样品的时间约 4.5 h,药典法处理样品的时间 >9 h,回流碱化衍生法处理样品的时间更短,节约时间;⑥样品处理步骤不同,回流碱化衍生法只需 2 步处理,药典法需要 4 步处理,回流碱化衍生法处理步骤更简单,易于操作;⑦毒性不同,回流碱化衍生法在样品处理过程中不使用正丁醇,药典法在样品处理过程中需要用到正丁醇,回流碱化衍

生法具有更小的毒性,有利于劳动保护;⑧可重复性不同,回流碱化衍生法可重复性好,药典法可重复性差。

回流碱化衍生法与药典法原理相同,操作步骤较药典法更加简便、黄芪甲苷衍生物的转化效率更高、重复性更好,可作为测定黄芪中黄芪甲苷含量的一种尝试,为提供黄芪甲苷含量测定提供更多的方法选择。

黄芪在临床上使用十分广泛,而黄芪甲苷又是 2015 年版《中国药典》规定的质量控制指标,因此黄芪甲苷测定的准确性就直接影响黄芪药材质量的评定。回流碱化衍生法保留了黄芪甲苷测定过程中关键步骤,即在碱性条件下将黄芪甲苷衍生物转化为黄芪甲苷;简化了正丁醇萃取的过程、大孔树脂处理的过程,将索氏提取改成普通回流,增加了溶媒/药材的比例。

本文以药典法测定黄芪甲苷的原理为基础,依据文献及前期预试提供了一种简便、易行的测定黄芪药材中黄芪甲苷的方法,为形成更快速、科学、准确的黄芪甲苷含量测定方法提供了一种思路,希望起到抛砖引玉的作用。

[参考文献]

- [1] 段立军,孙博航. 黄芪甲苷的研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2011, 28(5): 410-416.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015.
- [3] ETCM. 黄芪[DB/OL]. http://www.nrc.ac.cn:9090/ETCM/index.php/Home/Index/yc_details.html?id=143, 2018-10-26.
- [4] 刘玫,周晶,张庆伟,等. 氨液水解法用于提高黄芪中黄芪甲苷含量的工艺研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(6): 635-638.
- [5] 潘宏林,张坦,赵元元. 不同提取方法对黄芪药材中黄芪甲苷含量测定的影响[J]. 中药材, 2004, 27(10): 774-775.
- [6] 颜晓航. 黄芪及其制剂中黄芪甲苷含量测定方法研究进展[J]. 安徽医药, 2006, 10(12): 951-953.
- [7] 郭洪祝,刘晓峰,于挺,等. 高效液相色谱法测定胰复康胶囊中黄芪甲苷含量[J]. 中国中药杂志, 2000, 25(10): 609.
- [8] 赵灵芝,朱丹妮,严永清. HPLC-ELSD 法测定黄芪中黄芪甲苷的含量[J]. 药物分析杂志, 1999, 19(6): 403-405.
- [9] 李涛,徐长根,郝武常. HPLC-ELSD 测定桃芪生血胶囊中黄芪甲苷的含量[J]. 中成药, 2005, 27(5):

- 541-543.
- [10] 李明炬,孙明玉.用蒸发光散射检测器的 HPLC 测定
绛糖舒胶囊中黄芪甲苷含量[J].中国中药杂志,
2004,29(8):813-814.
- [11] 陈娟,师彦平.天然产物皂苷类化合物的高效液相色
谱分析[J].药物分析杂志,2005,25(1):123-128.
- [12] 张勤,周学敏,刘赛.高效液相色谱-蒸发光散射检测
法测定脑脉康注射液中黄芪甲苷的含量[J].药物分
析杂志,2004,24(5):487-489.
- [13] 刘和平,彭招华,张润容,等.黄芪药材中黄芪甲苷
UPLC-ELSD 含量测定方法的优化[J].中国实验方剂
学杂志,2015,21(5):92-94.
- [14] 聂颖兰,范斌,郭娜,等.HPLC-ELSD 法测定健脾益肾
胶囊中黄芪甲苷的含量[J].中国实验方剂学杂志,
2013,19(17):130-132.
- [15] 陈有根,辛敏通,杨滨,等.黄芪药材中黄芪甲苷含量
测定方法的改进[J].中国新药杂志,2008,17(21):
1857-1859.
- [16] 吴巧凤,范英.HPLC 法测定补血胶囊中黄芪甲苷的
含量[J].中草药,2003,34(5):425-426.
- [17] 姚美村,齐莹,车镇涛,等.柱前衍生化 HPLC 法测定
黄芪中黄芪甲苷的含量[J].天然产物研究与开发,
2000,12(4):17-23.

[责任编辑 顾雪竹]