

紫外分光光度法测定广之源胶囊中 总皂苷含量的优化

温恺嘉*, 宋晓燕, 王小妹, 曾静凯, 罗爱勤, 陈 亮, 李 菁, 李咏华

(广州白云山汉方现代药业有限公司, 中药提取分离过程现代化国家工程研究中心, 广州 510240)

摘 要: **目的** 建立紫外分光光度法测定广之源胶囊中总皂苷含量的分析方法。**方法** 样品采用 85%乙醇超声提取, 提取液经 DM-130 大孔树脂柱, 采用水-乙醇溶剂系统对样品的皂苷成分进行洗脱、纯化、富集, 以人参皂苷 Re 为对照品, 利用紫外可见分光光度法测定其总皂苷含量。**结果** 该人参皂苷 Re 在 0~191.2 μg 范围内的线性回归方程 $Y=0.0043X-0.0057$ ($R^2=0.9995$), 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)为 1.3%和 2.3%, 加样回收率为 99.7%。**结论** 该方法简单、快捷、高效, 适用于广之源胶囊的总皂苷含量测定。

关键词: 总皂苷; 质量标准; DM-130 大孔树脂; 紫外-可见分光光度法

Optimization of determination of total saponins in Guangzhiyuan capsules by ultraviolet spectrophotometry

WEN Kai-Jia*, SONG Xiao-Yan, WANG Xiao-Mei, ZENG Jing-Kai, LUO Ai-Qin,
CHEN Liang, LI Jing, LI Yong-Hua

(Guangzhou Baiyun Mountain Hanfang Modern Pharmaceutical Co., Ltd., National Engineering Research Center for
Modernization of Extraction and Separation Process of TCM, Guangzhou 510240, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of total saponin content in Guangzhiyuan capsule by ultraviolet spectrophotometry. **Methods** Samples were extracted with 85% ethanol by ultrasound extraction, and the extract was sampled on a DM-130 macroporous adsorption resin. The saponins were eluted, purified and enriched by the water-ethanol solvent system. Using ginsenoside Re as reference substance, the content of total saponins was determined by ultraviolet spectrophotometry. **Results** The linear regression equation of ginsenoside Re was $Y=0.0043X-0.0057$ ($r^2=0.9995$) in the range of 0–191.2 μg . The relative standard deviations were 1.3% and 2.3%, and the recovery of sample addition was 99.7%. **Conclusion** This method is simple, rapid and efficient, and it is suitable for the determination of total saponins in Guangzhiyuan capsules.

KEY WORDS: total saponins; quality standards; DM-130 macroporous resin; ultraviolet spectrophotometry

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC1703104)

Fund: Supported by the National Key R&D Program (2017YFC1703104)

*通讯作者: 温恺嘉, 助理工程师, 主要研究方向为药品与保健食品检验分析。E-mail: 282619795@qq.com

*Corresponding author: WEN Kai-Jia, Assistant Engineer, Guangzhou Baiyun Mountain Hanfang Modern Pharmaceutical Co., Ltd., National Engineering Research Center for Modernization of Extraction and Separation Process of TCM, Guangzhou 510240, China. E-mail: 282619795@qq.com

1 引言

广之源胶囊是由灵芝、西洋参等药材制成的保健食品,具有缓解体力疲劳的作用,其中含有的总皂苷成分更是具有保护心脏、降血糖、抗炎症、抗疲劳、抗氧化、抗肿瘤和防治骨质疏松等多种生物学功能^[1-3]。因此,对该产品总皂苷含量的把控,具有重要的意义。

目前对皂苷类物质进行定量分析的方法有很多,包括紫外分光光度法^[4-8]、液相色谱法^[9-11]、液质联用法^[12,13]等。但液相色谱法、液质联用法对实验室硬件要求很高,且需选购多种对照品对特定皂苷成分进行定量。保健食品中皂苷类成分的含量检测通常以紫外分光光度法测定总皂苷含量来进行表征,《保健食品功效成分检测方法》^[14](2011年5月第一版)第三章第二节也利用紫外分光光度法对总皂苷类物质的测定作了阐述。广之源胶囊含有多种类型的皂苷,分别对特定皂苷进行定量将耗费大量时间精力,以总皂苷含量作为广之源胶囊的标志性成分,参考《保健食品检验与评价技术规范》(2003年版)中“保健食品中总皂苷的测定”^[15],利用人参皂苷 Re 作为对照品,紫外分光光度法测定总皂苷含量,具有效率高、操作简便等优点。由于该技术规范中收录的检测方法欠缺具体的操作细则,样品前处理过程不完全适用于广之源胶囊。因此本研究以《保健食品功效成分检测方法》(2011年5月第一版)第三章第二节为参考依据,对样品提取的溶剂、溶剂体积等前处理过程进行了一系列方法的优化,建立更适用于本产品标志性成分的检测条件,以期对含有皂苷成分保健食品或其他制剂的总皂苷含量测定及标准建立提供思路与方法。

2 材料与方法

2.1 仪器与设备

UV-2550 紫外-可见分光光度计、AP225WD 电子天平(日本岛津公司);KQ-500DF 超声波清洗仪、固相萃取装置(苏州昆山公司)。

2.2 材料与试剂

DM-130 型大孔树脂(批号:190109,天津浩聚树脂科技有限公司);人参皂苷 Re 对照品(93.4%,中国食品药品检定研究院);无水乙醇、95%乙醇、甲醇、香草醛、冰醋酸、高氯酸(分析纯,广州化学试剂厂);蒸馏水[华润怡宝饮料(中国)有限公司]。

广之源胶囊(批号:M180621、180131、180231、180331,广州白云山汉方现代药业有限公司)(详见图 1);广之源胶囊总皂苷阴性样品(批号:20190109,广州白云山汉方现代药业有限公司)。

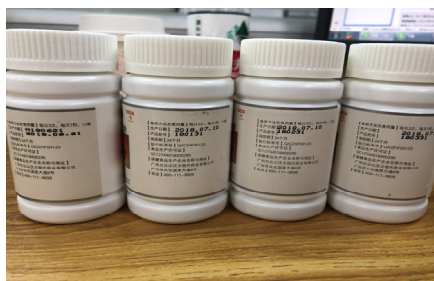


图 1 广之源胶囊外包装图

Fig.1 Package drawing of Guanghuaziyuan capsule

2.3 溶液制备

对照品溶液:精密称取人参皂苷 Re 对照品 20 mg,以甲醇溶解并稀释至 10 mL,摇匀,浓度为 2 mg/mL。

标准曲线溶液:精密吸取对照品溶液 0、20、40、60、80、100 μ L,分别置于 10 mL 具塞试管中,95 $^{\circ}$ C 氮吹至干,待用。

5%香草醛-冰乙酸溶液:称取香草醛 5 g,以冰乙酸溶解并稀释至 100 mL,现配现用。

2.4 大孔树脂柱的装填

选取内径为 1.5 cm 的 10 mL 注射器,置于固相萃取装置固定,注射器下端装入少量棉花用于防止树脂下漏,同时取大孔树脂,加水润湿并填装于注射器中,使柱床高 5 cm。用无水乙醇 100 mL,纯水 50 mL 依次冲洗树脂小柱,洗脱速度约为 3 mL/min,弃去洗脱液,得大孔树脂柱,备用。

2.5 样品处理

样品溶液的制备:取广之源的内容物,精密称取 1.0 g,置 50 mL 量瓶中,加入 40 mL 的 85%乙醇,超声处理(功率 120 W、频率 50 kHz)30 min,取出冷却至室温,以 85%乙醇定容至刻度,摇匀,得样品提取液,滤纸滤过后精密吸取 1.0 mL 滤液至 10 mL 小烧杯中,95 $^{\circ}$ C 氮吹至干,得残渣,残渣加水 2 mL 使溶解,得样品溶液,待用。

柱层析:取样品溶液,全部转移入大孔树脂柱中,纯水 30 mL 以 3 mL/min 速度洗脱柱床,弃去洗脱液。再用 85%乙醇 50 mL 同法洗脱,收集洗脱液置蒸发皿中,在 95 $^{\circ}$ C 水浴挥干溶剂,加甲醇溶解残渣并定容至 5 mL,精密吸取 0.5 mL,置于 10 mL 具塞试管中,以 95 $^{\circ}$ C 氮吹至干。

显色与测定:将标准曲线溶液的 6 支试管与样品溶液管同时准确加入 0.2 mL 的 5%香草醛-冰乙酸溶液,再加入 0.8 mL 高氯酸,混匀,盖紧盖子,置 60 $^{\circ}$ C 水浴加热 15 min,取出,冷却至室温,各试管精密加入冰乙酸各 5.0 mL,摇匀,同时进行空白试验。以空白试剂为零点,在 560 nm 波长下测定各管的吸光度,以人参皂苷 Re 的质量为 X 轴,吸光度为 Y 轴绘制标准曲线,并计算出样品中总皂苷的含量。

3 结果与分析

3.1 溶剂吸光度的考察

取显色后的空白试剂, 按照紫外分光光度法, 在 560 nm 波长处, 以比色皿空杯为空白, 测定溶剂吸光度为 -0.018, 显示溶剂本底吸光度为 -0.018, 样品溶液测定时可抵扣溶剂本底的吸收值。

3.2 大孔树脂的选择

《保健食品功效成分检测方法》(2011 年 5 月第一版)^[14]中选用 PT-大孔吸附树脂进行预分离, 《保健食品检验与评价技术规范(2003 版)》^[15]中选用 XAD-2 大孔树脂, 二者均不易购买, 且价格偏贵。参考文献, 发现 DM-130 大孔吸附树脂广泛用于皂苷类物质的分离^[16,17], 其价格便宜且容易购买, 因此本实验选择 DM-130 型。

3.3 大孔树脂预处理方法的优化

取大孔树脂用纯水装柱, 进行空白溶剂加标回收试验, 测得回收率为 140.2%。表明乙醇能洗脱树脂残留物, 但该残留物对总皂苷含量测定有影响。本研究按表 1 所述分别对大孔树脂进行预处理, 以 2 mL 纯水为空白样品上样, 按“2.5 项”中的柱层析、显色与测定所述步骤处理测定其吸光度, 具体见表 1。本试验将吸光度接近 0.1 的点作为该方法的检出限, 因此由表 1 看出, 无水乙醇用量为 100 mL 时, 其吸光度为最小, 且低于方法的检出限, 因此选定编号 4 为大孔树脂的预处理方式。说明商品化的大孔树脂有杂质残留, 若填装后直接使用, 影响含量测定的准确性。

表 1 DM 130 大孔树脂的预处理方式(*n*=3)
Table 1 Pretreatment of DM 130 macroporous resin (*n*=3)

编号	无水乙醇用量/mL	纯水用量/mL	吸光度 <i>A</i>
1	30	50	0.197
2	50	50	0.190
3	70	50	0.065
4	100	50	0.057

3.4 样品洗脱液体积优化

选择表 1 中编号 4 的方式处理大孔树脂, 依据《保健食品功效成分检测方法》(2011 年 5 月第一版)^[14]第三章第二节的方法, 进行空白溶剂加标回收试验。加标液上样后以 15 mL 纯水洗柱, 弃去洗液, 再用 20 mL 的 85%乙醇洗脱总皂苷, 收集洗脱液后, 依次蒸干、显色、测定, 得出回收率为 85.7%。原方法中用 20 mL 的 85%乙醇洗脱, 总皂苷洗脱不完全。本研究按表 2 所述分别选用不同体积的 85%乙醇进行洗脱, 考察对照品溶液的回收率结果, 具体见表 2。由表 2 看出, 洗脱液 85%乙醇体积为 50 mL 与 70 mL 时, 其回收率均符合。根据所填装好的树脂柱床计

算其体积约为 9 cm³, 选择洗脱体积为 50 mL, 为柱体积的 5 倍, 是合理的。

表 2 不同体积的 85%乙醇对人参皂苷洗脱情况的考察(*n*=3)
Table 2 Study on elution of ginsenoside by 85% ethanol of different volumes (*n*=3)

编号	85%乙醇体积/mL	平均回收率/%
1	20	85.7
2	50	99.7
3	70	98.9

3.5 消除阴性样品的干扰

依据《保健食品功效成分检测方法》(2011 年 5 月第一版)^[14]第三章第二节的方法, 样品液上柱后, 以 15 mL 纯水洗柱, 弃去洗液, 再用 20 mL 的 85%乙醇洗脱总皂苷, 收集洗脱液, 依次蒸干、显色、测定。将此条件应用到测定总皂苷阴性样品(按配方比例称取)时, 其吸光度测得 0.107, 大于方法的检出限, 有一定的干扰, 本研究通过实验优化条件排除干扰。按表 3 所述分别考察不同体积纯水对阴性样品干扰排除的情况, 具体见表 3。由表 3 可以看出, 纯水体积为 50 mL 与 70 mL 时, 其吸光度低于检出限, 最终选定纯水的洗脱体积为 50 mL。

表 3 阴性样品洗脱过程及吸光度(*n*=3)
Table 3 Elution process and absorbance of negative samples (*n*=3)

编号	85%乙醇体积/mL	纯水洗脱体积/mL	吸光度/ <i>A</i>
1	50	30	0.103
2	50	50	0.055
3	50	70	0.053

3.6 样品提取溶剂的选择

提取样品中皂苷成分的溶剂采用醇-水系统, 广之源胶囊含多糖、蛋白质等水溶性杂质, 本研究考察了 65%乙醇、75%乙醇、85%乙醇、无水乙醇对样品的提取情况, 按“2.5 项”所述进行加标回收试验, 数据如表 4。数据表明, 选用 85%乙醇为洗脱液, 回收率是 99.7%, 更适合作为样品的提取溶剂。

3.7 不同厂家的 DM-130 大孔树脂对总皂苷含量测定的考察

本研究考察了天津浩聚树脂科技有限公司的 DM-130 大孔树脂(批号: 190109)与上海 Sigma 公司的 DM-130 大孔树脂(批号: 104700)2 个主流品牌的产品, 取批号 180331 的广之源胶囊同时进行测定, 天津浩聚公司的产品测得总皂苷含量为 4.32 g/100 g, 上海 Sigma 公司的产品测定总皂苷

含量为 4.20 g/100 g, 二者结果相近, 表明市售的 2 个厂家的 DM-130 填料均适用于本产品的测定。

表 4 不同提取溶剂的加标回收试验考察($n=3$)
Table 4 Study of standard-adding recovery test of different extracting solvents ($n=3$)

编号	提取溶剂	回收率/%
1	65%乙醇	152.9
2	75%乙醇	126.8
3	85%乙醇	99.7
4	无水乙醇	95.3

表 5 定量限与检出限数据($n=3$)
Table 5 Quantitative limit and detection limit data ($n=3$)

对照液体积/ μL	0	5	10	15	20	40	50
含人参皂苷 Re 质量/ μg	0.0000	9.5595	19.1190	28.6785	38.2380	76.4759	95.5949
吸光度 A	0.000	0.051	0.067	0.117	0.151	0.309	0.402

3.9 专属性试验

精密称取广之源胶囊总皂苷阴性样品 0.28 g(按配方比例称取), 平行制备 5 份。精密称取批号为 180331 广之源的内容物 1.0 g, 按上述“2.3 项”“2.4 项”“2.5 项”依次处理, 测得其吸光度, 5 份阴性样品的吸光度值依次为 0.055、0.057、0.060、0.060、0.056, 平均值为 0.058。同时, 取阴性样品溶液 1、样品溶液、标准曲线 80 μL 的溶液, 分别在 400~900 nm 下, 进行光谱扫描, 获得 3 者的光谱图, 见图 2。综上得知, 阴性样品在 560 nm 波长下的吸光度值为 0.058, 对样品总皂苷的含量测定不干扰, 在 400~900 nm 的光谱图可直观得到一致的结果。

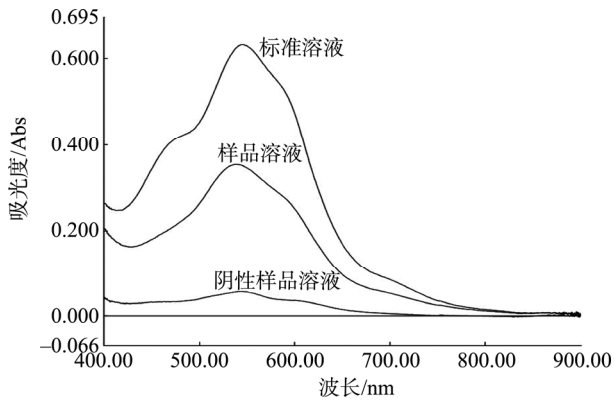


图 2 专属性试验图
Fig.2 Specific test charts

3.10 线性关系

取“2.3”项的标准曲线溶液, 按“2.5”显色与测定项所述显色并测定吸光度, 以人参皂苷 Re 的质量为横坐标, 吸

3.8 定量限与检出限

精密吸取 2.3 对照品溶液 0、5、10、15、20、40、50 μL , 分别置于 10 mL 具塞试管中, 氮吹至干, 按照“2.5 显色与测定”项从“同时准确加入 0.2 mL 的 5%香草醛-冰乙酸溶液”开始操作并在 560 nm 波长下测定其吸光度, 具体见表 5。根据《中国药典》^[18]2015 年版四部通则“0401 紫外-可见分光光度法”中所述: 供试品溶液的吸光度读数, 以在 0.3~0.7 之间为宜。因此选取吸光度接近 0.3 的点作为该方法的定量限, 即人参皂苷 Re 的量为 76 μg , 吸光度接近 0.1 的点作为该方法的检测限, 即人参皂苷 Re 的量为 28 μg 。

光度值为纵坐标进行线性回归, 得出标准曲线方程及其相关系数, 从结果可知, 标准曲线为: $Y=0.0043X-0.0057$, 相关系数 $r^2=0.9995$, 表明该方法在 0~191.1898 μg 范围内线性关系良好。

3.11 重复性

取批号为 180331 广之源的内容物, 称取 6 份, 每份 1.0 g, 按上述“2.5 项”所述处理, 记录吸光度值, 计算总皂苷含量, 分别为 4.13、4.16、4.12、4.02、4.06、4.05 g/100 g, 平均含量为 4.09 g/100 g, 结果相对标准偏差 RSD 为 1.3%, 说明重复性良好。

3.12 中间精密度

取批号为 180331 广之源的内容物, 称取 6 份, 每份 1.0 g, 按上述“2.5 项”所述处理, 记录吸光度值, 计算总皂苷含量, 分别为 4.01、3.98、4.16、4.18、4.18、4.02 g/100 g, 平均含量为 4.09 g/100 g, 结果 RSD 为 2.3%, 说明精密度符合规定。

3.13 加样回收率

取批号为 180331 广之源胶囊样品的内容物(已知含量为 4.09%), 精密称取 0.6、1.0、1.2 g, 每份重量各平行称取 3 份, 共 9 份样品编号 1~9。分别置 50 mL 量瓶中, 加入 85%乙醇 40 mL, 超声处理 30 min, 取出并冷却至室温, 以 85%乙醇稀释至刻度, 摇匀, 滤纸滤过, 取续滤液。各精密吸取 1.0 mL, 置 9 个小烧杯中, 往 1~3 号烧杯各加入“2.3 项所述对照品溶液”250 μL , 4~6 号烧杯各加入 350 μL , 7~9 号烧杯各加入 450 μL , 摇匀, 置 95 $^{\circ}\text{C}$ 氮吹至干, 得残渣, 残渣加水 2 mL 使溶解, 得回收率样品溶液, 按“2.5 项”所述进行

柱层析、显色与测定, 通过标准曲线计算出回收率, 测定出回收率均值为 99.7%, 相对标准偏差 RSD 为 2.6%, 说明方法的准确度符合要求, 结果见表 6。

表 6 加样回收实验结果($n=9$) Table 6 The experimental results of sample recovery ($n=9$)			
批号	回收率/%	均值/%	RSD/%
180331	95.20	99.7	2.6
	96.55		
	98.30		
	100.80		
	99.82		
	101.50		
	101.30		
	101.00		
	103.10		

3.14 样品测定

取广之源胶囊样品 4 批, 取其内容物, 称取 6 份, 每份 1.0 g, 按上述“2.5 项”所述处理, 记录吸光度值, 计算总皂苷含量, 结果见表 7。

表 7 总皂苷含量的测定结果(4 批样品) ($n=6$) Table 7 Determination of total saponins (4 batches of samples) ($n=6$)				
批号	M180621	180131	180231	180331
含量/(g/100 g)	4.02	3.97	3.77	4.12

4 结论与讨论

本研究以《保健食品功效成分检测方法》^[14](2011 年 5 月第一版)第三章第二节为参考依据, 对以上几个因素进行了不同程度的优化, 最终确定方法为采用 85%乙醇超声提取样品, 提取液经 DM-130 大孔树脂柱, 采用水-乙醇(50:50, $V:V$)溶剂系统对样品的皂苷成分进行洗脱、纯化、富集, 再以人参皂苷 Re 为对照品, 利用紫外可见分光光度法测定其总皂苷含量。结果表明该方法更适用于本产品总皂苷的测定, 为含皂苷成分的保健食品标准制定提供了科学参考。

参考文献

[1] 俞之胤, 李晓华, 隋欣, 等. 人参总皂苷防治原发性骨质疏松[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(21): 5288–5290.
Yu ZY, Li XH, Sui X, *et al.* Prevention and treatment of primary osteoporosis by ginseng total saponins [J]. Chin J Gerontol, 2018, 38(21): 5288–5290.

[2] 董微, 邵玉钢, 何忠梅, 等. 人参中人参皂苷提取分离研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(17): 366–369.
Dong W, Gao YG, He ZM, *et al.* Research progress in extraction and separation technology of ginsenosides [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(17): 366–369.

[3] 李峰, 包海鹰. 人参根总皂苷对 APAP 诱导的小鼠急性肝损伤的保护作用[J]. 上海医药, 2019, 40(3): 55–59.
Li F, Bao HY. Protective effects of ginseng root saponins on acute liver injury induced by APAP in mice [J]. Shanghai Med Pharm J, 2019, 40(3): 55–59.

[4] 叶潇, 刘晓谦, 高慧敏, 等. 以木通皂苷为例探讨中药中总三萜皂苷含量测定方法[J]. 中国中药杂志, 2019, (14): 1–7.
Ye X, Liu XQ, Gao HM, *et al.* Study on assay strategy of total triterpenoid saponins in traditional Chinese medicines using total saponins from akebiae caulis as an example [J]. China J Chin Mat Med, 2019, (14): 1–7.

[5] 李彦灵, 陈小敏, 吴振静, 等. 桔梗中三萜总皂苷含量测定及其抗氧化活性研究[J]. 亚太传统医药, 2019, (3): 68–70.
Li YL, Chen XM, Wu ZJ, *et al.* The determination of total saponins of platycodon root and the study of its antioxidant activity [J]. Asia Pac Tradit Med, 2019, (3): 68–70.

[6] 夏平友, 张全, 肖同梅, 等. 以皂苷含量为指标优化冬瓜籽提取工艺[J]. 安徽科技学院学报, 2019, 33(1): 41–45.
Xia PY, Zhang Q, Xiao TM, *et al.* Optimization of extraction process for seeds of Chinese waxgourd with concentration of saponins as index [J]. J Anhui Univ Sci Technol, 2019, 33(1): 41–45.

[7] 马敏敏, 万晓青. 不同蒸制时间对三七总皂苷含量的影响[J]. 浙江中医杂志, 2019, 54(3): 220–221.
Ma MM, Wan XQ. Effect of different steaming time on the content of total saponins in *Panax notoginseng* [J]. Zhejiang J Tradit Chin Med, 2019, 54(3): 220–221.

[8] 龙菊, 邱甜. 比色法测定黔中薯蓣总皂苷含量的研究[J]. 现代食品, 2019, (3): 177–181.
Long J, Qiu T. The content determination of total saponins in dioscorea japonica thunb from Qianzhong areas by colorimetric method [J]. Mod Food, 2019, (3): 177–181.

[9] 裴媛, 王瑞, 郭丽娜, 等. 高效液相色谱法测定三七-丹参药对在不同配比水煎液中 3 种成分溶出率的变化[J]. 中南药学, 2019, 17(8): 1270–1273.
Pei Y, Wang R, Guo LN, *et al.* Dissolution rates of 3 constituents at different proportions of *Panax notoginseng*-*Salvia miltiorrhiza* drug pairs by HPLC [J]. Cent South Pharm, 2019, 17(8): 1270–1273.

[10] 沈红祥, 徐加兵. 高效液相色谱法同时测定咽炎合剂中绿原酸、葫芦素 B、哈巴俄苷及重楼皂苷含量[J]. 中国药业, 2019, 28(14): 32–34.
Shen HX, Xu JB. Simultaneous determination of chlorogenic acid, cucurbit B, harbahuoside, parissaponin in yanyan mixture by HPLC [J]. China Pharm, 2009, 28(14): 32–34.

[11] Bo Y, David RB, Fekadu FD, *et al.* Identification of polyphenols, glycoalkaloids, and saponins in solanum scabrum berries using HPLC-UV/Vis-MS [J]. J Food Sci, 2019, 84(2):1–3.

[12] 杨崇仪, 吴凡, 张红宇, 等. LC-MS/MS 法测定血塞通注射液五种皂苷成分的含量[J]. 中国民族民间医药, 2019, 28(13): 34–43.
Yang CY, Wu F, Zhang HY, *et al.* Determination of five saponins in Xuesaitong injection by LC-MS/MS [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm,

- 2019, 28(13): 34–43.
- [13] Guo YP, Chen MY, Shao L, *et al.* Quantification of *Panax notoginseng* saponins metabolites in rat plasma with *in vivo* gut microbiota-mediated biotransformation by HPLC-MS/MS [J]. *Chin J Nat Med*, 2019, 17(3): 231–240.
- [14] 白鸿. 保健食品功效成分检测方法[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2011.
- Bai H. Detection method of effective components in health food [M]. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press, 2011.
- [15] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范[S]. People's Republic of China Ministry of Health. Technical standards for testing & assessment of health food [S].
- [16] 秦江, 陈良华, 刘轩, 等. 不同地区绞股蓝总皂苷的分析及纯化[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2012, 51(1): 125–129.
- Qin J, Chen LH, Liu X, *et al.* Analysis and purification of total gypenosides sourced from different dreas [J]. *J Xiamen Univ (Nat Sci Ed)*, 2012, 51(1): 125–129.
- [17] 何琨, 李魏林, 钱一鑫, 等. 青阳参总皂苷大孔树脂分离纯化工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(2): 366–367.
- He J, Li WL, Qian YX, *et al.* Study on separation and purification of total saponins of Qingyang ginseng by macroporous resin [J]. *Lishizhen Med Mat Med Res*, 2012, 23(2): 366–367.
- [18] 国家药典委员会. 中国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- National Pharmacopoeia Committee. Chinese pharmacopoeia [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2015.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



温恺嘉, 助理工程师, 主要研究方向
为药品与保健食品检验分析。
E-mail: 282619795@qq.com