

# 新型 C<sub>18</sub> 核壳结构色谱柱快速分析人参中的 3 种皂苷

岳焕新<sup>1</sup>, 薛昆鹏<sup>1,2\*</sup>, 金小青<sup>1,2</sup>, 李良翔<sup>2</sup>, 赵岳星<sup>1,2\*</sup>

(1. 浙江师范大学物理化学研究所, 金华 321004; 2. 浙江月旭材料科技有限公司, 金华 321014)

**摘要:** **目的** 建立高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)测定人参中人参皂苷 R<sub>g1</sub>、Re 和 R<sub>b1</sub> 3 种人参皂苷的含量。 **方法** 采用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 新型核壳色谱柱对 3 种人参皂苷进行分离, 以乙腈-1.0%磷酸水溶液为流动相进行梯度洗脱, 采用 HPLC 进行检测。 **结果** 3 种人参皂苷在月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 新型核壳色谱柱能够快速分离, 且分离效果较好。3 种人参皂苷的在 0.4~4.0 μg 质量浓度范围内呈良好的线性关系, 线性相关系数(R<sup>2</sup>)分别为 0.9998, 0.9996 和 0.9997; R<sub>g1</sub>、Re 和 R<sub>b1</sub> 检出限分别为 0.003、0.001 和 0.002 μg/kg; 加标回收率为 98.3%~101.3%, 相对标准偏差 RSD 分别为 0.8%、1.1%和 1.5%(n=6)。 **结论** 本方法具有快速、柱压低及节省溶剂等优势, 可用于人参提取物中人参皂苷的测定。

**关键词:** 人参; 人参皂苷; 高效液相色谱; 核壳色谱柱

## Rapid determination of 3 kinds of ginsenosides in *Panax ginseng* by new C<sub>18</sub> core-shell column

YUE Huan-Xin<sup>1</sup>, XUE Kun-Peng<sup>1,2\*</sup>, JIN Xiao-Qing<sup>1,2</sup>, LI Liang-Xiang<sup>2</sup>, ZHAO Yue-Xing<sup>1,2\*</sup>

(1. Zhejiang Normal University Institute of Physical Chemistry, Jinhua 321004, China;  
2. Welch Materials (Zhejiang) Co., Ltd., Jinhua 321014, China)

**ABSTRACT: Objective** To establish a method for the determination of 3 kinds of ginsenosides including R<sub>g1</sub>, Re and R<sub>b1</sub> in *Panax ginseng* by high performance liquid chromatography (HPLC). **Methods** Samples were separated by Welch Boltimate™ C<sub>18</sub> core-shell column with the mobile phase of acetonitrile and phosphoric acid aqueous solution for gradient elution, and then detected by HPLC. **Results** Using Welch Boltimate™ C<sub>18</sub> core-shell column, 3 kinds of ginsenosides could be separated rapidly and well. The calibration curves showed good linear relationships in the mass concentration range of 0.4~4.0 μg with correlation coefficients of 0.9998, 0.9996 and 0.9997, respectively. The limits of detection (LODs) were 0.003, 0.001 and 0.002 μg/kg for R<sub>g1</sub>, Re and R<sub>b1</sub>, respectively. The recoveries were 98.3%~101.3% with the relative standard deviations (RSDs) of 0.8%, 1.1% and 1.5% (n=6). **Conclusions** The established method has the advantages of rapid determination, low column pressure and less reagents consumption,

基金项目: 浙江省重大科技专项重点工业项目(2014C01025)

**Fund:** Supported by Major Science and Technology Key Industrial Project of Zhejiang Province (2014C01025)

\*通讯作者: 薛昆鹏, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: kunpengxue@welchmat.com

赵岳星, 教授级高级工程师, 主要研究方向为药物分析和食品安全检测。E-mail: eugenezhao@welchmat.com

\*Corresponding author: XUE Kun-Peng, Engineer, Zhejiang Normal University Institute of Physical Chemistry, No. 688, Yingbin Road, Jinhua 321004, China. E-mail: kunpengxue@welchmat.com

ZHAO Yue-Xing, Professor Level Senior Engineer, Zhejiang Normal University Institute of Physical Chemistry, No. 688, Yingbin Road, Jinhua 321004, China. E-mail: eugenezhao@zjnu.cn

which is suitable for the detection of ginsenosides in *Panax ginseng*.

**KEY WORDS:** *Panax ginseng*; ginsenoside; high performance liquid chromatography; core-shell column

## 1 引言

人参(radix)为五加科植物人参 *Panax ginseng* C. A. Mey 的干燥根,多在秋季采挖,洗净经晒干或烘干食用。栽培的俗称“园参”;播种在山林野生状态下自然生长称为“林下山参”,习称“籽海”。人参的药用部位主要为其主根,参须即是人参的细支根及须根<sup>[1]</sup>。中国药典记载,人参性温、味甘、微苦,归脾、肺、心、肾经,具有大补元气、复脉固脱、补脾益肺、生津养血、安神益智的功效,用于治疗体虚欲脱、肢冷脉微、脾虚食少、肺虚喘咳、津伤口渴、内热消渴、久病虚羸、惊悸失眠、气血亏虚及阳痿宫冷。其所含成分中人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 Re 以及人参皂苷 R<sub>b1</sub> 为主要的活性成分<sup>[2]</sup>。

目前,检测人参皂苷的方法主要有高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)<sup>[3, 4]</sup>; 高效液相色谱-质谱联用法(high performance liquid chromatography-mass spectrometry, HPLC-MS)<sup>[5-7]</sup>以及超高压液相色谱法(ultra performance liquid chromatography, UPLC)<sup>[8-12]</sup>等。这些方法均存在一定的缺陷,如《2015 版中国药典一部》利用传统的全多孔硅胶基质 C<sub>18</sub> 色谱柱建立的 HPLC 分析方法通常耗时 100 min 左右<sup>[1]</sup>,且溶剂消耗量大;而采用 HPLC-MS 分析方法和 UPLC 分析方法虽然分析时间大大缩短,但是由于仪器昂贵,限制了其广泛的使用。另外,由于人参皂苷各组分结构相似,导致其色谱分离较为困难,尤其是人参皂苷 R<sub>g1</sub> 和 Re 很难达到基线分离。因此,选择一种高分离度、快速分离的色谱柱十分重要<sup>[13, 14]</sup>。

核壳色谱柱的硅胶颗粒粒径是 2.7 μm,它是由 1.7 μm 直径的实心核与 0.5 μm 厚的多孔层所构成的(图 1)。核壳型的硅胶颗粒提供了较短的传质路径,减少了轴向扩散,

而实心核硅胶提供坚固的支撑结构,可以承受高压,具有与 1.8 μm 填料相似的分离效率,且柱压只有 SUB-2 μm 色谱柱的 50%和明显的抗污染性能。这样的高柱效、低柱压的优势使其极易兼容常规的液相色谱仪,仅仅在普通低压液相色谱仪上就可以实现与 UPLC 的一样的快速分离效果,从而节约检测成本。

本研究以《2015 版中国药典一部》<sup>[1]</sup>公布的检测方法为基础,以氯仿作为提取剂,采用索氏提取的方式提取人参样品中的人参皂苷,经水饱和正丁醇萃取、浓缩后用甲醇复溶;并采用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 新型核壳色谱柱测定 3 种人参皂苷的含量<sup>[15]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与设备

Ultimate 3000 高效液相色谱仪(美国 Thermo 公司); Agilent 1290 超高效液相色谱仪(美国安捷伦公司); 洁盟牌超声波清洗器(功率 250 W, 频率 50 kHz, 深圳市洁盟清洗设备有限公司); XW-80A 涡旋混合仪振荡器(海门市其林贝尔仪器制造有限公司);

4 种不同类型的色谱柱分别为: 色谱柱 1, 月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub>(3.0 mm×100 mm, 2.7 μm); 色谱柱 2, 月旭 Ultimate® UHPLC XB-C<sub>18</sub>(3.0 mm×100 mm, 1.8 μm); 色谱柱 3, 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>(4.6 mm×150 mm, 3.0 μm); 色谱柱 4, 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>(4.6 mm×250 mm, 5.0 μm)。

人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 Re 和人参皂苷 R<sub>b1</sub> 标准品(20 mg/支; 批号分别为 110703-201530, 110754-201123, 110704-201424; 含量分别为 91.7%, 92.4, 93.7%; 中国药品生物制品检验所); 甲醇、乙腈(色谱级, Merck); 超纯水(杭州娃哈哈集团有限公司)。

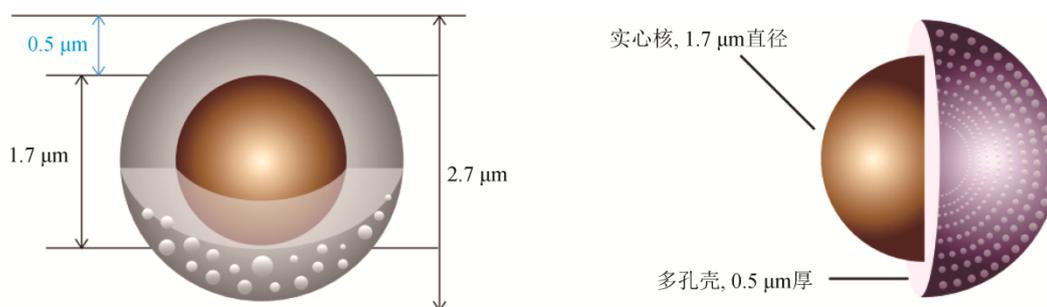


图 1 核壳型色谱填料结构

Fig. 1 The structure of core-shell column packing

## 2.2 实验方法

### 2.2.1 标准品溶液的制备

0.2 mg/mL 标准溶液: 分别精密取人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 Re 和人参皂苷 R<sub>b1</sub> 标准品各 2.0 mg, 加甲醇溶解稀释并定容至 10 mL, 配制得人参皂苷 R<sub>g1</sub>、人参皂苷 Re 和人参皂苷 R<sub>b1</sub> 标准溶液各 0.2 mg/mL。

### 2.2.2 供试品溶液的制备

精密称取人参粉末(过 4 号筛)约 1.0 g, 置于索氏提取器中, 加入氯仿 25 mL, 加热回流 3 h, 弃去氯仿溶液, 药渣挥尽溶剂, 连同滤纸一同移入 100 mL 锥形瓶中, 精密加入水饱和的正丁醇 50 mL, 密塞, 放置过夜, 超声处理 30 min, 放冷, 滤过, 弃去初滤液, 精密量取续滤液 25 mL, 置于蒸发皿中蒸干, 残渣加甲醇溶解并转移至 5 mL 量瓶中, 加甲醇稀释至刻度, 摇匀, 用 0.22 μm PTFE 滤膜过滤, 待进样分析。

### 2.2.3 色谱条件

4 种不同类型的色谱柱均采用 0.1%磷酸溶液作为流动相 A; 乙腈作为流动相 B; 检测波长: 203 nm; 柱温: 25 °C。

4 种不同类型的色谱柱的液相梯度条件如下:

(1) 色谱柱 1: 月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub>(3.0×100 mm, 2.7 μm); 流速: 0.55 mL/min; 进样量: 3.4 μL。色谱柱 1 的梯度洗脱程序见表 1。

表 1 色谱柱 1 的梯度洗脱程序

Table 1 Elution gradient program of column 1

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
0	81	19
12	81	19
14	76	24
24	60	40
25	0	100
30	0	100
31	81	19
35	81	19

(2) 色谱柱 2: 月旭 Ultimate® UHPLC XB-C<sub>18</sub>(3.0×100 mm, 1.8 μm); 流速: 0.55 mL/min; 进样量: 3.4 μL。色谱柱 2 的梯度洗脱程序见表 2。

表 2 色谱柱 2 的梯度洗脱程序

Table 2 Elution gradient program of column 2

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
0	81	19
12	81	19
14	76	24
24	60	40
25	0	100
30	0	100
31	81	19
35	81	19

(3) 色谱柱 3: 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>(4.6×150 mm, 3.0 μm); 流速: 1.3 mL/min; 进样量: 10 μL。色谱柱 3 的梯度洗脱程序见表 3。

表 3 色谱柱 3 的梯度洗脱程序

Table 3 Elution gradient program of column 3

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
0	81	19
18	81	19
21	76	24
36	60	40
40	0	100
41	0	100
45	81	19
55	81	19

(4) 色谱柱 4: 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>(4.6×250 mm, 5.0 μm); 流速: 1.3 mL/min; 进样量: 10 μL。色谱柱 4 的梯度洗脱程序见表 4。

表 4 色谱柱 4 的梯度洗脱程序

Table 4 Elution gradient program of column 4

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
0	81	19
30	81	19
35	76	24
60	60	40
60.01	0	100
70	0	100
70.01	81	19
78	81	19

## 3 结果与讨论

### 3.1 4 种色谱柱标准品溶液的 HPLC 图谱对比结果

3 种人参皂苷标准样品进样浓度为 0.2 mg/mL, 使用不同色谱柱对其分析结果见图 2。从图 2 可以明显看出, 使用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 核壳色谱柱时, 3 种人参皂苷标准样品出峰速度极快, 仅为月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>(4.6 mm×250 mm, 5 μm) 常规色谱柱保留时间的 1/3 左右; 传统的全多孔液相色谱柱一般需要 100 min 完成一个梯度洗脱程序, 而使用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 新型核壳色谱柱在 20 min 内即可完成 3 种人参皂苷的定性定量分析。由图 2 还可以看出, 使用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 核壳色谱柱测定时, 人参皂苷 R<sub>b1</sub> 的保留时间为 19.796 min, 而使用超高压液相色谱柱对人参皂苷 R<sub>b1</sub> 的保留时间为 21.979 min, 两种色谱柱对人参皂苷 R<sub>b1</sub> 的保留时间基本一致, 且基线分离, 说明本方法完全可以在普通高效液相色谱仪上实现 3 种人参皂苷的快

速、准确测定, 而不用更换昂贵的 UPLC 色谱仪, 因而极大地节省了检测时间和成本, 有效提高了检测效率。因此, 本文采用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub>(3.0 mm×100 mm, 2.7 μm)对 3 种人参皂苷进行含量测定。

### 3.2 4 种不同类型色谱柱测定 3 种人参皂苷色谱柱性能参数结果

4 种不同类型的色谱柱测定 3 种人参皂苷的色谱性能参数如表 5 所示。由表 5 可以看出, 使用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 核壳色谱柱其压力为 235 bar, 而使用同规格 Ultimate® UHPLC XB-C<sub>18</sub> 超高压液相色谱柱其压力高达 420 bar, 虽

然从图 2a 和图 2b 对比结果可以看出, 使用同规格的核壳色谱柱和超高压液相色谱柱对于 3 种人参皂苷的保留时间和分离度相差无几, 但是由于使用 UHPLC 色谱柱的柱压力高达 420 bar, 已经超过了常规液相色谱仪的压力上限, 导致在实际应用中带来了较大的困难。由于 UHPLC 色谱柱填料粒径很小, 仅为 1.8 μm, 因而极易发生堵的现象。而使用核壳色谱柱却能够很好地克服该问题, 核壳色谱柱不仅柱压低, 能够在普通液相上使用, 而且由于其粒径为 2.7 μm, 接近 3.0 μm, 因为不容易产生堵的现象, 从而增加色谱柱的寿命。

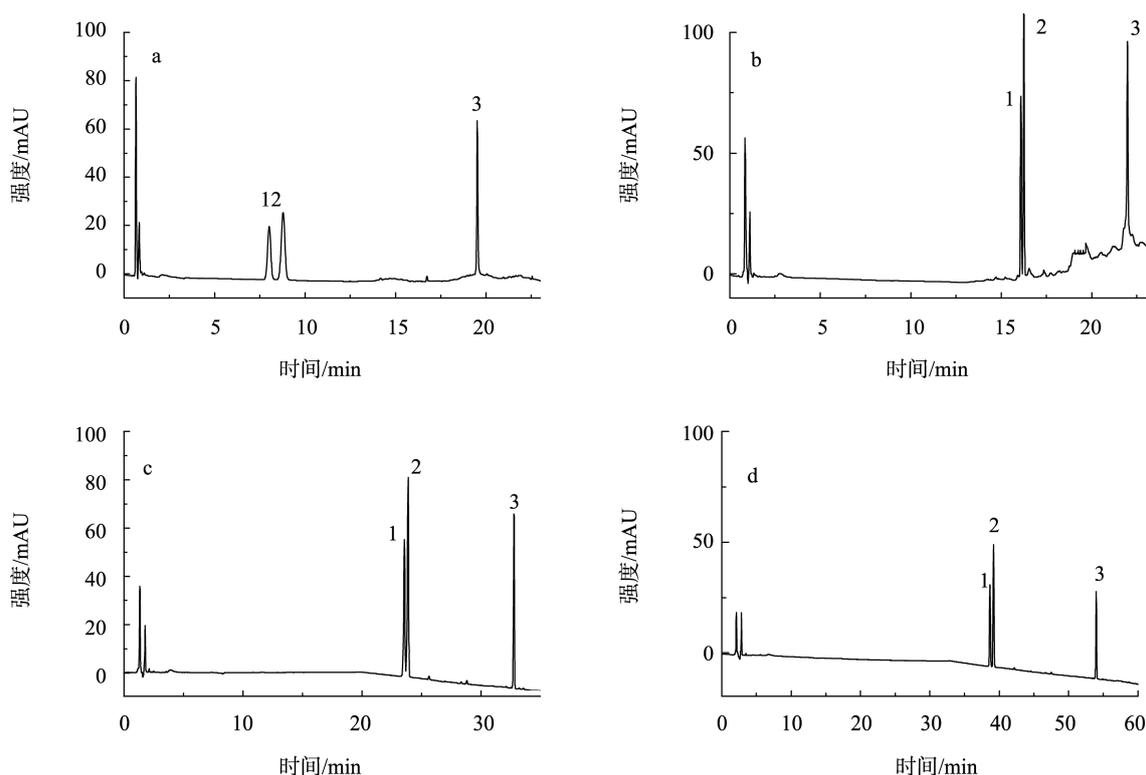


图 2 4 种不同类型色谱柱分离 3 种人参皂苷色谱图(a: 月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub>; b: 月旭 Ultimate® UHPLC XB-C<sub>18</sub>; c: 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>; d: 月旭 Ultimate® XB-C<sub>18</sub>)(1: Rg<sub>1</sub>; 2: Re; 3: Rb<sub>1</sub>)

Fig. 2 Chromatograms of 3 kinds of ginsenosides by using 4 different types of columns for separation

表 5 4 种不同类型色谱柱分离 3 种人参皂苷的色谱性能参数对比

Table 5 Comparison of chromatographic performance parameters by using 4 different types of columns for separating 3 kinds of ginsenosides

色谱柱类型	柱压(bar)	R <sub>g1</sub> 保留时间(min)	R <sub>g1</sub> 和 R <sub>e</sub> 分离度
Boltimate™ C <sub>18</sub> , 3.0 mm×100 mm, 2.7 μm	235	8.016	2.15
Ultimate®XB-C <sub>18</sub> , 3.0 mm×100 mm, 1.8 μm	420	16.085	1.62
Ultimate®XB-C <sub>18</sub> , 4.6 mm×150 mm, 3.0 μm	275	23.564	1.66
Ultimate®XB-C <sub>18</sub> , 4.6 mm×250 mm, 5.0 μm	188	38.664	2.10

### 3.3 线性关系考察

精密吸取 2、5、8、10、15 和 20  $\mu\text{L}$  0.2 mg/mL 对照品溶液注入液相色谱仪, 按照“2.2.3”项下月旭 Boltimate<sup>TM</sup> C<sub>18</sub>(3.0 mm $\times$ 100 mm, 2.7  $\mu\text{m}$ )的条件进行测定, 以标准品进样量  $X(\mu\text{g})$ 对峰面积的积分值  $Y$ 进行线性回归, 各组分回归方程及相关系数( $r^2$ )见表 6。根据信噪比  $S/N=3$  分别确定 3 种成分的最低检测线和定量限, 经计算, 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 的检测限分别为 0.003  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、0.001  $\mu\text{g}/\text{kg}$  和 0.002  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

表 6 3 种人参皂苷线性回归方程及相关系数  
Table 6 Regression equations and correlation coefficients of 3 kinds of ginsenosides

人参皂苷	线性回归方程	$R^2$
Rg <sub>1</sub>	$Y=1398.0X+6378$	0.9998
Re	$Y=2019.5X+4362$	0.9996
Rb <sub>1</sub>	$Y=1435.4X+5462$	0.9997

### 3.4 精密度试验

取对照品溶液 3.4  $\mu\text{L}$ , 连续进样 5 次, 测定其峰面积。结果表明, 3 种人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、人参皂苷 Re 以及人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 峰面积的 RSD 分别为 1.6%、1.4%和 1.3%, 表明仪器具有良好的精密度。

### 3.5 稳定性试验

取供试品溶液 3.4  $\mu\text{L}$ , 在 0、2、4、6、8、10 和 12 h 进样, 测定其峰面积, 得人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 以及 Rb<sub>1</sub> 峰面积的 RSD 分别为 1.1%、1.7%及 1.2%, 结果表明供试品在 12 h 内稳定性好。

### 3.6 加标回收率试验

取人参药材细粉 6 份, 每份约 1.0 g, 精密称定, 分别精密加入人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 的标准品储备溶液, 按照“2.2.2”供试品溶液的制备方法进行制备, 并按照“2.2.3”项下月旭 Boltimate<sup>TM</sup> C<sub>18</sub> 核壳色谱柱的条件进行测定并计算回收率与 RSD 值。实验结果如表 7 所示。结果可知, 人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 的平均回收率分别为 98.3%、99.6% 和 101.3%; RSD 分别为 0.8%、1.1%和 1.5%, 表明本研究建立的分析方法具有较高的回收率, 结果准确可靠。

### 3.7 样品测定

取 3 批人参药材样品各 3 份, 按照“2.2.2”步骤制备供试品溶液然后进样测定, 人参药材样品色谱图如图 3 所示。按外标法计算样品 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 的平均含量, 结果见表 8。

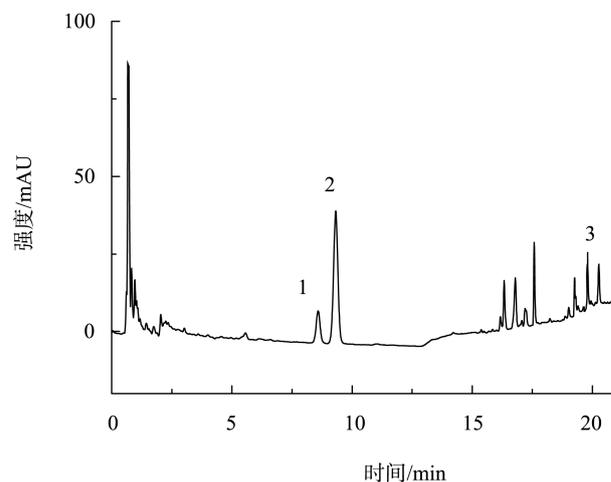


图 3 人参样品色谱图(1:Rg<sub>1</sub>;2:Re;3:Rb<sub>1</sub>)

Fig. 3 Chromatogram of the *Panax ginseng* sample

表 7 3 种人参皂苷的加标回收率结果( $n=6$ )  
Table 7 Recoveries of 3 kinds of ginsenosides ( $n=6$ )

名称	样品中含量(mg/g)	加入量(mg)	平均测得量(mg/g)	平均加标回收率/%	RSD/%
Rg <sub>1</sub>	0.296	0.300	0.586	98.3	0.8
Re	0.922	1.000	1.941	99.6	1.1
Rb <sub>1</sub>	0.154	0.200	0.358	101.3	1.5

表 8 样品的测定结果( $n=3$ )  
Table 8 Results of samples ( $n=3$ )

批号	人参皂苷 Rg <sub>1</sub> 含量(mg/g)	人参皂苷 Re 含量(mg/g)	人参皂苷 Rb <sub>1</sub> 含量(mg/g)
1	0.296 $\pm$ 0.020	0.922 $\pm$ 0.040	0.154 $\pm$ 0.010
2	0.289 $\pm$ 0.030	0.914 $\pm$ 0.030	0.163 $\pm$ 0.020
3	0.307 $\pm$ 0.030	0.931 $\pm$ 0.040	0.158 $\pm$ 0.020

## 4 讨论

《2015版中国药典一部》人参皂苷液分析完成一个梯度进样周期的时间在100 min左右。本研究利用月旭 Boltimate™ C<sub>18</sub> 新型核壳色谱柱建立 HPLC 测定人参样品中人参皂苷含量的液相分析新方法,可以在常规液相色谱仪上实现超高效液相色谱仪的分离效果,分析时间缩短为20 min左右,检测时间仅为常规全多孔硅胶基质 C<sub>18</sub> 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm)的1/3左右。实验结果表明,本方法灵敏度高、重现性好,并显著缩短了3种人参皂苷分析时间,可同时对人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 进行准确的测定,并提高了3种人参皂苷的分离效率。本研究建立的方法快速、准确,适合于人参提取物中 Rg<sub>1</sub>、Re 和 Rb<sub>1</sub> 3种人参皂苷的准确测定。

### 参考文献

- [1] 于江泳, 马锐, 王平, 等. 2015版中国药典一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.  
Yu JY, Ma R, Wang P, et al. Chinese Pharmacopoeia 2015 [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015.
- [2] 赵亮, 吕磊, 纪松岗, 等. 高效液相色谱法快速测定人参中8种主要皂苷类成分的含量[J]. 第二军医大学学报, 2008, 29(12): 1507-1510.  
Zhao L, Lu L, Ji SG, et al. High performance liquid chromatography in rapid determination of eight ginsenosides in the root of *Panax ginseng* [J]. Acad J Second Military Med Univ, 2008, 29(12): 1507-1510.
- [3] 俞坚, 刘行, 王京霞. 高效液相色谱法测定三七片中三七皂苷 R<sub>1</sub> 和人参皂苷 Rg<sub>1</sub> 的含量[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(2): 421-422.  
Yu J, Liu H, Wang JX, et al. Determination of notoginsenoside R<sub>1</sub> and Ginsenoside Rg<sub>1</sub> in Sanqi tablets by RP-HPLC [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2008, 26(2): 421-422.
- [4] 郝玉钢, 郝建勋, 臧埔, 等. 高效液相色谱法测定农田人参中9种人参皂苷单体含量[J]. 食品科学, 2012, 33(2): 189-193.  
Gao YG, Hao JX, Zang P, et al. Content determination of 9 ginsenoside monomers in farmland ginseng by HPLC [J]. Food Sci, 2012, 33(2): 189-193.
- [5] 李月茹, 王艳红, 杨秀伟. 高效液相色谱串联质谱法分析紫红参中人参皂苷类成分[J]. 药物分析杂志, 2013, 33(5): 812-817.  
Li YR, Wang YH, Yang XW, et al. Analysis of saponins in black red ginseng by HPLC-MS/MS [J]. Chin J Pharm Anal, 2013, 33(5): 812-817.
- [6] 陈星, 林敏. 液相色谱-质谱联用同时测定西洋参中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub> 及抗疲劳类非添加含量[J]. 海峡药学, 2014, 26(2): 47-50.  
Chen X, Lin M. Simultaneous determination of the contents of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Re and Rb<sub>1</sub> and anti-fatigue adulterated chemicals in American Ginseng Agent by LC-MS [J]. Strait Pharm J, 2014, 26(2): 47-50.
- [7] 吴立蓉, 王秀凤, 高卫东, 等. 液相色谱-质谱联用同时测定西洋参制剂中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub> 及抗疲劳类非法添加含量[J]. 广东药学院学报, 2016, 32(1): 32-35.  
Wu LR, Wang XF, Gao WD, et al. Simultaneous determination of four components in compound salvia tablets by UPLC analysis [J]. J Guangdong Pharm Univ, 2016, 32(1): 32-35.
- [8] 谢耀轩, 林亚珠. 超高效液相色谱法测定三七中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 和三七皂苷 R<sub>1</sub> 的含量[J]. 广东药学院学报, 2011, 27(5): 489-492.  
Xie YX, Lin YZ. UPLC determination of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, ginsenoside Rb<sub>1</sub> and notoginsenoside R<sub>1</sub> in *Panax Notoginseng* [J]. J Guangdong Pharm Univ, 2011, 27(5): 489-492.
- [9] 孙全乐, 蔡广知, 贡济宇. 超高效液相色谱法测定人参中人参皂苷 Re 的含量[J]. 中国药房, 2012, 23(3): 258-260.  
Sun QL, Cai GZ, Gong JY. Content determination of ginsenoside Re in *Panax ginseng* by UPLC [J]. Chin Pharm, 2012, 23(3): 258-260.
- [10] 张冠英, 崔勇, 石矛. 固相萃取-超高效液相色谱法同时测定人参中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub> 的含量[J]. 中国卫生工程学, 2014, 13(1): 49-51.  
Zhang GY, Cui Y, Shi M, et al. Simultaneous determination of ginseng Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub> contents in ginseng by ultra performance liquid chromatography [J]. Chin J Pub Health Eng, 2014, 13(1): 49-51.
- [11] 罗峰, 崔永霞, 沈晓明. 超高效液相色谱法测定复方丹参片中三种皂苷类成分的含量[J]. 中医学报, 2015, 30(4): 551-553.  
Luo F, Cui YX, Shen XM, et al. Measuring the contents of three kinds of saponins in fufang danshen tablets by ultra high performance liquid chromatography [J]. J Chin Tradit Med, 2015, 30(4): 551-553.
- [12] 张翠英, 董梁, 陈士林, 等. 人参药材皂苷类成分 UPLC 特征图谱的质量评价方法[J]. 药学学报, 2010, 45(10): 1296-1300  
Zhang CY, Dong L, Chen SL, et al. UPLC fingerprint for quality assessment of ginsenosides of Ginseng Radix et Rhizoma [J]. Acta Pharm Sin, 2010, 45(10): 1296-1300.
- [13] 周迎春, 赵怀清, 梁宁, 等. 高效液相色谱法同时测定三七总皂苷中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub> 与三七皂苷 R<sub>1</sub> 含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2003, 20(1): 27-31.  
Zhou YC, Zhao HQ, Liang N, et al. Determination of the contents of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Re, Rb<sub>1</sub> and the notoginsenoside R<sub>1</sub> in the total notoginsenosides of the *Panax notoginseng*(Burk.)F. H. Chen by HPLC [J]. J Shenyang Pharm Univ, 2003, 20(1): 27-31.
- [14] 郑宏, 谷泉, 王蕾, 等. HPLC 测定竹节参中人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub> 含量[J]. 中国中医药信息杂志, 2015, 22(10): 74-76.  
Zheng H, Gu Q, Wang L, et al. Simultaneous content determination of ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Re and Rb<sub>1</sub> in panacis japonici rhizoma by HPLC [J]. Chin J Inf TCM, 2015, 22(10): 74-76.
- [15] 陈玉霞, 曾伟杰, 杨丽雅. HPLC 法快速测定三七提取物中皂苷的含量[J]. 现代食品科技, 2010, 6(7): 753-755.  
Chen YX, Zeng WJ, Yang LY. Rapid determination of notoginsenoside R<sub>1</sub>, ginsenoside Rg<sub>1</sub> and ginsenoside Rb<sub>1</sub> in extracts of notoginsenoside by HPLC [J]. Mod Food Sci Tech, 2010, 6(7): 753-755.

(责任编辑: 姚菲)

### 作者简介



岳焕新, 硕士, 主要研究方向为药物分析和食品安全检测。  
E-mail: 1429663522@qq.com



薛昆鹏, 工程师, 主要研究方向为食品安全检测。  
E-mail: kunpengxue@welchmat.com



赵岳星, 教授级高级工程师, 主要研究方向为药物分析和食品安全检测。  
E-mail: eugenezhao@zjnu.cn

---

## “功能性食品研究”专题征稿函

功能性食品是指具有功能性成分、可调节人体生理活动功能的食品。目前已研发的功能性食品主要包括: 增强人体体质(增强免疫能力, 激活淋巴系统等)的食品; 防止疾病(高血压、糖尿病、冠心病、便秘和肿瘤等)的食品; 恢复健康(控制胆固醇、防止血小板凝集、调节造血功能等)的食品; 调节身体节律(神经中枢、神经末梢、摄取与吸收功能等)的食品和延缓衰老的食品等。由于其特殊的营养和保健功能, 越来越得到人们的关注。

鉴于此, 本刊特别策划了“**功能性食品研究**”专题, 由南昌大学食品科学与技术国家重点实验室副主任**邓泽元教授**担任专题主编, 围绕**功能性食品的营养研究、开发应用、安全质量控制**等问题展开讨论, 计划在 2016 年 9 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及邓教授特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 **2016 年 8 月 30 日**前通过网站或 Email 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

Email: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)

《食品安全质量检测学报》编辑部