

## HPLC 法测定不同产地三七果梗中 6 种成分含量

李影<sup>1,2</sup>,刘迪秋<sup>1,2</sup>,杨野<sup>1,2</sup>,崔秀明<sup>1,2</sup>,王承潇<sup>1,2</sup>,熊吟<sup>1,2</sup>,曲媛<sup>1,2,\*</sup><sup>1</sup>昆明理工大学生命科学与技术学院;<sup>2</sup>昆明市道地药材可持续发展利用重点实验室,云南昆明 650500

**摘要:**为综合评价不同产地来源的三七果梗质量,本文中运用 HPLC 法对三七果梗中人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc 6 种单体皂苷含量进行测定。色谱条件为 Thermo Scientific Hypersil GOLD C<sub>18</sub> 色谱柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), 流速: 1.0 mL/min, 检测波长 203 nm, 进样量 10 μL。结果表明人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc 在 0.7813 ~ 3.0000 × 10<sup>2</sup> μg/mL 范围内呈良好线性关系; 平均加样回收率分别为 102.33% (RSD 为 2.82%)、97.29% (RSD 为 4.15%)、97.41% (RSD 为 2.37%)、98.65% (RSD 为 1.96%)、96.13% (RSD 为 2.35%) 和 97.83% (RSD 为 4.87%)。三七果梗中 6 种单体皂苷含量为 Rb<sub>3</sub> > Fc > Rb<sub>1</sub> > Fa > Rc > Rb<sub>2</sub>, 不同产地和生长年限的三七果梗皂苷含量呈现一定的差异性, 范围为 2.11% ~ 3.84%。本方法操作简便, 结果准确, 可用于三七果梗中皂苷含量测定, 为三七果梗的质量评价和综合开发提供依据。

**关键词:**三七果梗; 不同产地; 皂苷; 高效液相色谱法; 含量测定

中图分类号: R917; Q946-3

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.S.023

## Determination of Six Components in *Panax notoginseng* Fruit Stems from Different Producing Areas by HPLC

LI Ying<sup>1,2</sup>, LIU Di-qiu<sup>1,2</sup>, YANG Ye<sup>1,2</sup>, CUI Xiu-ming<sup>1,2</sup>, WANG Cheng-xiao<sup>1,2</sup>, XIONG Yin<sup>1,2</sup>, QU Yuan<sup>1,2,\*</sup><sup>1</sup>Faculty of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology;<sup>2</sup>Kunming key laboratory of sustainable development and utilization of famous-region drug, Kunming 650500, China

**Abstract:** To evaluate the quality of *Panax notoginseng* Fruit stems in different areas, the HPLC method was established to determine the contents of six components in *Panax notoginseng* Fruit stems such as ginsenosides Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub> and notoginsenosides Fa, Fc. The conditions were as follows, Thermo Scientific Hypersil GOLD C<sub>18</sub> column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), flow rate: 1.0 mL/min, detection wavelength: 203 nm, injection volume: 10 μL. This method showed a good linearity with the range of 0.7813-3.0000 × 10<sup>2</sup> μg/mL. The average recovery of Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Fa and Fc was respectively 102.33% (RSD = 2.82%), 97.29% (RSD = 4.15%), 97.41% (RSD = 2.37%), 98.65% (RSD = 1.96%), 96.13% (RSD = 2.35%) and 97.83% (RSD = 4.87%). The contents of six components in *Panax notoginseng* Fruit stems are Rb<sub>3</sub> > Fc > Rb<sub>1</sub> > Fa > Rc > Rb<sub>2</sub>, and it showed some differences by area and year, ranging from 2.11% to 3.84%. The method was simple and reliable, and could be used in the quantitative determination of saponins and development in *Panax notoginseng* fruit stems.

**Key words:** *Panax notoginseng* fruit stems; different areas; saponins; HPLC; content determination

三七果梗是五加科人参属植物三七 (*Panax notoginseng* (Burk) F. H. Chen) 摘除红籽后的干燥果梗。三七主要以根入药, 而其地上部分如茎叶、花、果梗等大部分被废弃。三七果梗与三七茎叶的化学成分较为相似<sup>[1-3]</sup>, 目前市售安神类中成药七叶神安

片是以三七叶总皂苷为功效成分, 而对于三七果梗相关研究则较少。早期研究发现三七果梗中含有丰富的活性皂苷成分, 如人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub>、Rc、Rd、Re、Rg<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>1</sub>、R<sub>7</sub>, 三七皂苷 Fc、Fa、R<sub>1</sub>、Fp<sub>1</sub>、Fp<sub>2</sub>, 绞股蓝皂苷 IX、X VII、X III, 竹节参皂苷 L<sub>5</sub> 等<sup>[1,2]</sup>。这些成分是三七质量控制的重要指标。魏俊娴等<sup>[5]</sup>采用薄层扫描法测定了三七果梗中主要皂苷的相对含量, 其中绞股蓝皂苷 IX (29.6%)、人参皂苷 Rb<sub>3</sub> (16.9%)、三七皂苷 Fe (16.4%)、人参皂苷 Rc (11.0%)、绞股蓝皂苷 XVII、XV (8.3%)、

收稿日期: 2016-09-27 接受日期: 2018-01-08

基金项目: 云南省应用基础研究计划 (2013FA031); 昆明理工大学自然科学基金 (201326022, 201326116); 云南省教育厅科学研究基金 (2014Y090); 昆明理工大学分析测试基金 (2016T20120047, 2016M2014718027)

\* 通讯作者 Tel: 86-013669706827; E-mail: quyuan2001@126.com

人参皂苷 Rb<sub>1</sub> (4.9%)、三七皂苷 Fc (2.5%) 以及三七皂苷 Fa (0.5%)。由于此方法操作过程中干扰因素多、重现性差,只可用作一般物质的检查。在进一步研究中,我们采用 HPLC 法分析三七果梗中皂苷成分,发现其主要成分为人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc (见图 1)。因此,本论文以这 6 种单体皂苷为指标,对云南省不同产地三七果梗的皂苷含量进行测定,为三七果梗进一步开发利用提供理论依据。

## 1 仪器与材料

LC-20AB 高效液相色谱仪(日本岛津公司,包括在线脱气机 DGU-20A3R(C)、二元泵 LC-20AB、自动进样器 SIL-20A、柱温箱 CTO-20A、检测器 SPD-20A);Ultimate XB - C<sub>18</sub> 色谱柱(月旭 Welch 公司,250 mm × 4.6 mm, 5 μm);DFY-500 型摇摆式高速

中药粉碎机(温岭市林大机械有限公司);优普系列超纯水器 UPT-I-20T(成都超纯科技有限公司);AX124ZH 电子天平(上海奥豪斯仪器有限公司);TD25-WS 台式低速离心机(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司)。

对照品三七皂苷 Fa 由本实验室自制,三七皂苷 Fc (批号:20150806) 购自上海谷研实业有限公司,人参皂苷 Rc (批号:20140908)、人参皂苷 Rb<sub>1</sub> (批号:20140828)、人参皂苷 Rb<sub>2</sub> (批号:20141015)、人参皂苷 Rb<sub>3</sub> (批号:20141102),均购自上海金穗生物科技有限公司;乙腈(美国 Sigma 公司);甲醇(美国 Sigma 公司);超纯水(来自优普系列超纯水器),其他所有试剂均为国产分析纯。

10 批三七果梗于 2016 年 1 月采集于云南省各地,其详细信息见表 1。

表 1 所测样品信息

Table 1 Information of all the tested samples

编号 Symbol	产地 Location	生长年限 Harvest	海拔 Altitude (m)
1	文山州马关县 Wenshan Maguan county	二年生 2y	1312
2	红河州建水县青龙镇 Qinglong Town Jianshui County Honghe Prefecture	二年生 2y	1391
3	文山州砚山县 Wenshan Yanshan county	二年生 2y	1542
4	文山州麻栗坡县 Wenshan Malipo county	三年生 3y	1057
5	红河州建水县 Wenshan Jianshui county	三年生 3y	1323
6	红河州建水县青龙镇 Qinglong Town Jianshui County Honghe Prefecture	三年生 3y	1391
7	文山州文山县古木镇 Gumu Town Wenshan County Wenshan Prefecture	三年生 3y	1423
8	文山州丘北县 Wenshan Qiubei county	三年生 3y	1451
9	文山州砚山县 Wenshan Yanshan county	三年生 3y	1542
10	文山州文山县平坝镇 Pingba Town Wenshan County Wenshan Prefecture	三年生 3y	1762

## 2 方法与结果

### 2.1 色谱条件

色谱柱:Thermo Scientific Hypersil GOLD C<sub>18</sub> 色谱柱(美国 Thermo Scientific 公司,250 mm × 4.6 mm,5 μm);流动相为水(A)-乙腈(B)进行线性洗脱(V/V):0 min 25% B,10 min 25% B,80 min 40% B,90 min 60% B,95 min 100% B;流速:1 mL/min;柱温:30 °C;检测波长:203 nm。

### 2.2 对照品溶液的制备

分别精密称取人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三

七皂苷 Fa、Fc 对照品适量,加 5 mL 甲醇溶解并定容,其质量浓度均为 0.0040 g/mL,作为对照品溶液。分别取人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc 对照品溶液各 0.5 mL,加甲醇定容至 5 mL,配置成混合对照品溶液。

### 2.3 供试品溶液制备

精密称取三七果梗粉末(过 20 目筛)0.5 g,至 50 mL 具塞锥形瓶中,加 30 mL 70% 甲醇溶液,超声 30 min,离心,经 0.45 μm 滤膜过滤,作为供试品溶液。

### 2.4 测定方法

分别吸取上述混合对照品溶液和供试品溶液,

按“2.1 色谱条件”下的测定方法进行测定,HPLC 色谱图见图 1。其色谱图基线平稳,各成分分离度较好。

## 2.5 方法学考察

### 2.5.1 标准曲线和线性范围考察

将“2.2”项下混合对照品溶液用甲醇稀释成浓度分别为  $3.0000 \times 10^2$ 、 $2.0000 \times 10^2$ 、 $0.5000 \times 10^2$ 、 $0.1250 \times 10^2$ 、 $3.1250$ 、 $0.7813 \mu\text{g/mL}$  的对照品溶液,在“2.1 色谱条件”下,取  $10 \mu\text{L}$  进样,测得峰面积。以样品浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线,计算的回归方程,结果见表 2,人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  在  $0.7813 \sim 3.0000 \times 10^2 \mu\text{g/mL}$  范围内呈现良好的线性关系,对应  $R^2$  值均大于 0.999。

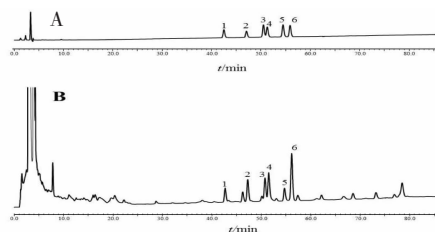


图 1 混合对照品 (A) 和三七果梗样品 (B) 的高效液相色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed standard compounds (A) and the sample of *Panax notoginseng* Fruit stems (B)

注:1. 三七皂苷  $\text{Fa}$ ; 2. 人参皂苷  $\text{Rb}_1$ ; 3. 人参皂苷  $\text{Rc}$ ; 4. 三七皂苷  $\text{Fc}$ ; 5. 人参皂苷  $\text{Rb}_2$ ; 6. 人参皂苷  $\text{Rb}_3$ 。

Note: 1. notoginsenoside  $\text{Fa}$ ; 2. ginsenoside  $\text{Rb}_1$ ; 3. ginsenoside  $\text{Rc}$ ; 4. notoginsenoside  $\text{Fc}$ ; 5. ginsenoside  $\text{Rb}_2$ ; 6. ginsenoside  $\text{Rb}_3$ .

表 2 对照品的线性关系和范围

Table 2 Linearities and ranges of six saponins

名称 Name	线性范围 Ranges ((g/ml)	回归方程 Regression equation	$R^2$
$\text{Rb}_1$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 2 \times 10^6 X + 1994.1$	0.9998
$\text{Rc}$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 3 \times 10^6 X - 1711.6$	0.9999
$\text{Rb}_2$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 3 \times 10^6 X - 1814.3$	0.9999
$\text{Rb}_3$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 3 \times 10^6 X - 2940.9$	0.9998
$\text{Fa}$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 2 \times 10^6 X + 1414.9$	0.9999
$\text{Fc}$	$0.7813 \sim 3.0000 (10^2)$	$Y = 2 \times 10^6 X + 3069.3$	0.9999

### 2.5.2 精密度试验

取混合对照品溶液,按“2.1 色谱条件”项重复进样 5 次,测得人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  峰面积的 RSD 值分别为 0.82%、0.53%、0.91%、1.20%、1.02%、1.69%,表明该仪器精密度良好。

### 2.5.3 重复性试验

取同一批三七果梗 6 份,按“2.3”项方法平行制备 6 份供试品溶液,测定含量。人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  含量的 RSD 值分别为 4.87%、3.94%、5.91%、3.19%、3.53%、2.73%,表明该试验方法重复性良好。

### 2.5.4 稳定性试验

取供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件测定,分别在 0、2、4、6、8、12、24 h 内进样,测定其含量,计算 RSD 值。结果表明人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  含量的 RSD 值分别为 5.87%、

4.33%、5.17%、4.84%、1.78%、3.88%,说明供试品溶液在 24 h 内稳定。

### 2.5.5 加样回收率试验

精密称取已知含量的三七果梗粉末 18 份,每份约 0.5 g,分别加入一定量的标准品,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.1”项色谱条件测定,计算加样回收率,结果见表 3。人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  的平均加样回收率分别为 102.33%、97.29%、97.41%、98.65%、96.13%、97.83%,其相应的 RSD 值分别为 2.82%、4.15%、2.37%、1.96%、2.35%、4.87%。

## 2.6 样品测定

分别取不同产地三七果梗供试品溶液,按照“2.1”项色谱条件测定,记录色谱图。将测得峰面积代入各自的线性方程,计算不同产地 6 种单体人参皂苷  $\text{Rb}_1$ 、 $\text{Rc}$ 、 $\text{Rb}_2$ 、 $\text{Rb}_3$  及三七皂苷  $\text{Fa}$ 、 $\text{Fc}$  的百分含量,结果见表 4 和 5。

表3 加样回收率试验

Table 3 Results of recovery test of six saponins

名称 Name	取样量 Amount of sampling (g)	含有量 Content (g)	加入量 Addition (g)	测得量 Detection (g)	回收率 Recovery rate (%)	平均回收率 Average recovery rate (%)	RSD (%)
Rb <sub>1</sub>	0.5012	2105	2000	4146	102.05	102.33	2.82
	0.5042	2118	2000	4110	99.60		
	0.5040	2117	2000	4224	105.34		
Rc	0.5022	1908	2000	3865	97.85	97.29	4.15
	0.5024	1909	2000	3929	101.01		
	0.5041	1915	2000	3775	93.0		
Rb <sub>2</sub>	0.5010	1002	1000	1968	96.61	97.41	2.37
	0.5039	1008	1000	1964	95.61		
	0.5038	1008	1000	2008	100.00		
Rb <sub>3</sub>	0.5032	4428	4000	8374	96.86	98.65	1.96
	0.5040	4435	4000	8371	98.40		
	0.5011	4410	4000	8438	100.69		
Fa	0.5030	1710	2000	3623	95.63	96.13	2.35
	0.5035	1712	2000	3595	94.16		
	0.5015	1705	2000	3677	98.60		
Fc	0.5025	3920	4000	8053	103.32	97.83	4.87
	0.5043	3933	4000	7791	94.78		
	0.5026	3920	4000	7736	95.39		

表4 二年生三七果梗中6种单体皂苷的含量测定结果

Table 4 Determination of contents of six saponins in *Panax notoginseng* fruit stems

编号 Symbol	Rb <sub>1</sub> %	Rc%	Rb <sub>2</sub> %	Rb <sub>3</sub> %	Fa%	Fc%	Rb <sub>1</sub> : Rc: Rb <sub>2</sub> : Rb <sub>3</sub> : Fa: Fc	6种成分总和 Sum (%)
1	0.42	0.38	0.20	0.88	0.34	0.78	1:0.90:0.48:2.10:0.81:1.86	3.00
2	0.63	0.38	0.19	0.84	0.50	0.64	1:0.60:0.30:1.33:0.79:1.02	3.18
3	0.43	0.31	0.22	0.68	0.34	0.77	1:0.72:0.51:1.58:0.79:1.79	2.75
平均 Average	0.49	0.36	0.20	0.80	0.39	0.73	1:0.72:0.41:1.62:0.80:1.48	2.98

### 3 讨论

本研究采用 HPLC 法对不同产地不同生长年限三七果梗中人参皂苷 Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa 和 Fc 这 6 种成分进行测定。结果表明, 6 种单体皂苷分离程度较好。同时对仪器精密度、样品稳定性、实验重复性以及加样回收率进行测定, 结果表明该方法具备较强可行性。

三七果梗样品采集于云南省三七主产区文山州

与红河州各地, 种植海拔为 1057 ~ 1762 m。从表 4 和 5 结果可以看出, 云南省不同产地三七果梗样品皂苷含量存在差异性, 且与其生长年限无关。各产地样品中 6 个指标性成分总和为 2.11% ~ 3.84%, 其中三年生文山州砚山县果梗中总皂苷含量最高, 为 3.84%。对于同一样品, 比较各单体皂苷含量, Rb<sub>3</sub> > Fc > Rb<sub>1</sub> > Fa > Rc > Rb<sub>2</sub>。三七果梗与三七主根在皂苷成分上具有较大差异。三七主根中主要皂苷成分为人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rb<sub>1</sub>、Rd 及三七皂苷

表 5 三年生三七果梗中 6 种单体皂苷的含量测定结果

Table 5 Detemination of contents of six saponins in *Panax notoginseng* fruit stems

编号 Symbol	Rb <sub>1</sub> %	Rc%	Rb <sub>2</sub> %	Rb <sub>3</sub> %	Fa%	Fc%	Rb <sub>1</sub> : Rc: Rb <sub>2</sub> : Rb <sub>3</sub> : Fa: Fc	6种成分总和 Sum (%)
4	0.54	0.33	0.18	0.65	0.39	0.70	1:0.61:0.33:1.20:0.72:1.30	2.79
5	0.80	0.43	0.22	0.85	0.32	0.63	1:0.54:0.28:1.06:0.40:0.79	3.25
6	0.47	0.25	0.16	0.64	0.40	0.58	1:0.53:0.34:1.36:0.85:1.23	2.50
7	0.45	0.24	0.16	0.53	0.25	0.48	1:0.53:0.36:1.18:0.56:1.07	2.11
8	0.64	0.37	0.21	0.83	0.42	0.66	1:0.58:0.33:1.30:0.66:1.03	3.13
9	0.67	0.53	0.28	1.01	0.49	0.86	1:0.79:0.42:1.51:0.73:1.28	3.84
10	0.51	0.30	0.18	0.65	0.37	0.56	1:0.59:0.35:1.27:0.73:1.10	2.57
平均 Average	0.58	0.35	0.20	0.74	0.38	0.64	1:0.60:0.34:1.26:0.65:1.10	2.88

R<sub>1</sub>。与三七果梗中皂苷相比,仅有人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 为二者所共有,即在三七主根中未检出人参皂苷 Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc,而三七果梗中未检出人参皂苷 Rg<sub>1</sub>、Re、Rd 及三七皂苷 R<sub>1</sub>。就人参皂苷 Rb<sub>1</sub> 而言,其在三七果梗中的含量(0.45% ~ 0.80%)明显低于在根部的含量(约3%)。此外,另有研究发现三七果梗与茎叶所含皂苷成分较为相似。比较三七茎叶与果梗中人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 含量差异。与三七茎叶相比,果梗中人参皂苷 Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 含量均低于茎叶,而 Rb<sub>1</sub> 含量高于茎叶<sup>[2]</sup>。目前已有相关研究证实三七茎叶总皂苷具备抗心律失常、抗心绞痛、抗炎、镇静镇痛<sup>[6,7]</sup>等药理作用,而三七果梗的活性研究尚属空白。本研究对三七果梗 6 种指标性成分人参皂苷 Rb<sub>1</sub>、Rc、Rb<sub>2</sub>、Rb<sub>3</sub> 及三七皂苷 Fa、Fc 进行了系统分析,为评价三七果梗质量及其深入研究开发提供理论依据。

#### 参考文献

- 1 Yang TR, Kasai R, Zhou J, *et al.* Dammarane saponins of leaves and seeds of *Panax notoginseng* [J]. *Phytochemistry*, 1983, 22:1473-1478.
- 2 Liu Y (刘英), Cui XM (崔秀明), Yang Y (杨野), *et al.*

Quality evaluation of the stems and leaves of *Panax notoginseng* from different origins [J]. *Chin J Pharm* (中国医药工业杂志), 2015, 46:701-703.

- 3 Zhu J (朱洁), Yang R (杨蓉), Zhang HB (张洪彬). Determination of ginsenoside Rb<sub>3</sub>, Rc, Rb<sub>1</sub> in leaves of *Panax notoginseng* by HPLC-ELSD [J]. *China Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35:1365-1366.
- 4 Wei JX (魏均娴), Cao SM (曹树明). Study on the saponins of the fruits pedicels of *Panax notoginseng* [J]. *Chin J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1992, 17:96-98.
- 5 Wei JX (魏均娴), Chen YG (陈业高), Cao SM (曹树明). Study on the saponins of the fruits pedicels of *Panax notoginseng* (the continuance) [J]. *Chin J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1992, 17:611-613.
- 6 Mao Q, Yang J, Cui XM, *et al.* Target separation of a new anti-tumor saponin and metabolic profiling of leaves of *Panax notoginseng* by liquid chromatography with electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2012, 59:67-77.
- 7 Wang Y (王莹), Chu Y (褚扬), Li W (李伟), *et al.* Advances in study on saponins in *Panax notoginseng* and their pharmacological activities [J]. *China Tradit Herb Drugs* (中草药), 2015, 46:1381-1392.