

HPLC 法同时测定人参及其制剂中 16 种人参皂苷

郭 冲, 郜玉钢*, 臧 埔, 何忠梅, 赵 岩, 祝洪艳, 杨 鹤, 董 微, 张连学*

吉林农业大学中药材学院, 吉林 长春 130118

摘 要: 目的 建立同时测定人参及其制剂中 16 种人参皂苷的 HPLC 方法。方法 采用 C₁₈ (150 mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱; 流动相为乙腈和水, 梯度洗脱, 体积流量 1.0 mL/min, 检测波长 203 nm, 柱温 35 ℃。结果 16 种人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、F₁、Rd、F₂、Rg₃、Rh₂ 及原人参三醇、compound K、原人参二醇均得到良好分离, 线性关系良好 ($r \geq 0.999 0$)。加样回收率均在 95%~102%, RSD<2%。结论 该方法快捷简便、稳定可靠, 可应用于人参及其制剂的质量控制。

关键词: 人参; 人参皂苷; HPLC; 人参皂苷 Rg₁; 人参皂苷 Re; 人参皂苷 Rf; 人参皂苷 Rb₁; 人参皂苷 Rg₂; 人参皂苷 Rc; 人参皂苷 Rb₂; 人参皂苷 Rb₃; 人参皂苷 F₁; 人参皂苷 Rd; 人参皂苷 F₂; 人参皂苷 Rg₃; 原人参三醇; compound K; 人参皂苷 Rh₂; 原人参二醇

中图分类号: R286.02

文献标志码: A

文章编号: 0253-2670(2014)14-2009-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.14.009

Simultaneous determination of sixteen ginsenosides in *Panax ginseng* and its preparation by HPLC

GUO Chong, GAO Yu-gang, ZANG Pu, HE Zhong-mei, ZHAO Yan, ZHU Hong-yan, YANG He, DONG Wei, ZHANG Lian-xue

College of Traditional Chinese Medicine, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract: Objective In order to evaluate the quality of *Panax ginseng* and its preparation, a simple and accurate HPLC method for determining the contents of 16 ginsenosides from *P. ginseng* was established. **Methods** The chromatographic separation was achieved on a C₁₈ column (150 mm × 4.6 mm, 5 μm) using a mobile phase made up of acetonitrile and water at a flow rate of 1.0 mL/min. The detection wavelength and column temperature were set as 203 nm and 35 ℃, respectively. **Results** Sixteen ginsenosides (Rg₁, Re, Rf, Rb₁, Rg₂, Rc, Rb₂, Rb₃, F₁, Rd, F₂, Rg₃, protopanaxatriol, compound K, Rh₂, and protopanaxadiol) were separated at baseline with good linearity ($r \geq 0.999 0$). The recovery rates were 95%—102% (RSD < 2%). **Conclusion** The method is simple, fast, accurate, and could be applied to the quality control of *P. ginseng* and its preparation.

Key words: *Panax ginseng* C. A. Mey.; ginsenoside; HPLC; ginsenoside Rg₁; ginsenoside Re; ginsenoside Rf; ginsenoside Rb₁; ginsenoside Rg₂; ginsenoside Rc; ginsenoside Rb₂; ginsenoside Rb₃; ginsenoside F₁; ginsenoside Rd; ginsenoside F₂; ginsenoside Rg₃; protopanaxatriol; compound K; ginsenoside Rh₂; protopanaxadiol

人参为五加科植物人参 *Panax ginseng* C. A. Mey. 的干燥根, 具有大补元气、补脾益肺、生津、安神益智等功效, 在《神农本草经》中列为上品, 是常用的滋补强壮药^[1]。人参化学成分复杂, 现代研究表明, 人参皂苷是人参的主要药效成分^[2-6]。因

此, 人参皂苷的种类及其量是评价人参质量的重要指标。大量研究^[7-9]报道了人参皂苷的测定方法, 但未见同时测定 16 种人参皂苷的报道。本研究采用 HPLC 法同时测定人参及其制剂中 16 种人参皂苷, 为人参的质量控制提供理论依据。

收稿日期: 2014-01-25

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAI03B010602); 国家公益性行业科研专项(201303111); 国家科技重大专项子课题(2012ZX09304006); 吉林省基础研究项目(20130102075JC); 吉林省科技厅重点项目(20110228); 吉林省科技条件与平台建设计划(20112101); 吉林省现代农业产业技术体系建设项目(201218)

作者简介: 郭 冲 (1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向中药学。E-mail: guochong1990@163.com

***通信作者** 郜玉钢, 男, 教授, 博士, 研究方向为生药学。E-mail: gaoyugang_2006@163.com

张连学, 男, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为中药学。E-mail: zlxbooksea@163.com

1 仪器与试药

日本岛津 LC—2010A 高效液相色谱仪, 配有 LC—2010A 型液相色谱泵, LC—2010A 型自动进样器, CLASS—vP 色谱工作站; AUY220 电子分析天平, 日本岛津公司, KQ—250DV 超声波清洗器, 昆山舒美超声仪器有限公司。

人参 *Panax ginseng* C. A. Mey. 药材 6 批, 购自于吉林省抚松县, 经吉林农业大学中药材学院张连学教授鉴定为 4 年生人参; 人参茎叶 6 批, 采自吉林农业大学药植园; 生脉散为实验室自制 6 批; 生脉饮 (批准文号 Z22024479) 6 批, 吉林敖东延边药业股份有限公司, 批号分别为 1304001、1304002、1307001、1307003、1309001、1311001。

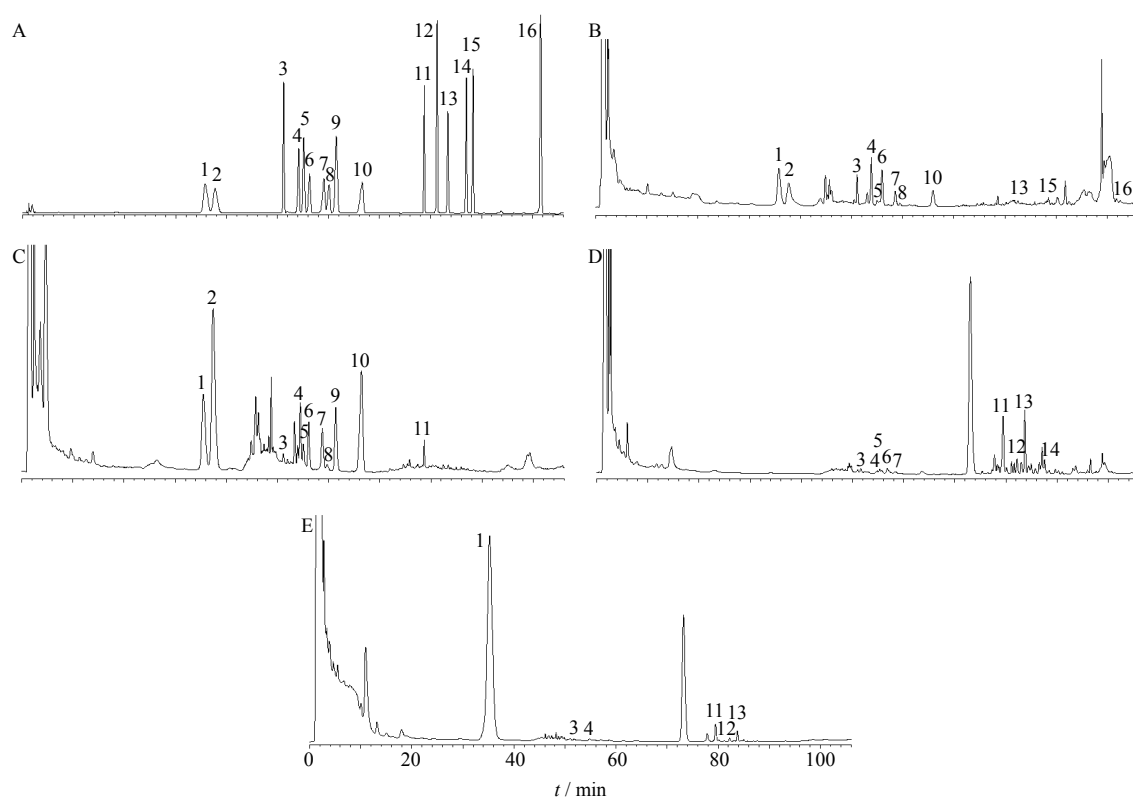
对照品人参皂苷 Rg₁ (批号 201022)、Re (批号 201035)、Rf (批号 201007)、Rb₁ (批号 201058)、Rg₂ (批号 201023)、Rc (批号 201069)、Rb₂ (批号 201078)、Rb₃ (批号 201029)、F₁ (批号 201225)、Rd (批号 201018)、F₂ (批号 201255)、Rg₃ (批号

201237)、Rh₂ (批号 2012009) 及原人参三醇 (批号 201206)、compound K (批号 201243)、原人参二醇 (批号 201235), 均购自于吉林大学天然药物化学实验室, 质量分数均在 98% 以上, 乙腈、甲醇为色谱纯; 水为娃哈哈超纯水; 其余试剂为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱为 C₁₈ 柱 (150 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为乙腈-水, 梯度洗脱程序: 0~40 min, 18%~21% 乙腈; 40~42 min, 21%~26% 乙腈; 42~46 min, 26%~32% 乙腈; 46~66 min, 32%~33.5% 乙腈; 66~71 min, 33.5%~38% 乙腈; 71~86 min, 38%~65% 乙腈; 86~91 min, 65% 乙腈; 91~96 min, 65%~85% 乙腈; 96~103 min, 85% 乙腈; 103~105 min, 85%~18% 乙腈; 105~106 min, 18% 乙腈; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长 203 nm; 柱温 35 °C; 进样量 20 μL。对照品与样品 HPLC 色谱图见图 1。



A-人参皂苷对照品 B-生晒参 C-人参茎叶 D-生脉散 E-生脉饮 1~16-人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、F₁、Rd、F₂、Rg₃、原人参三醇、compound K、人参皂苷 Rh₂、原人参二醇

A-ginsenoside reference substances B-white ginseng C-stems and leaves of *P. ginseng* D-Shengmai San E-Shengmai Yin

1—16-ginsenoside Rg₁, Re, Rf, Rb₁, Rg₂, Rc, Rb₂, Rb₃, F₁, Rd, F₂, Rg₃, protopanaxatriol, compound K, ginsenoside Rh₂, protopanaxadiol

图1 混合对照品和样品色谱图

Fig. 1 Chromatograms of mixed reference solution and ginseng samples

2.2 对照品溶液的制备

分别精密称取 16 种人参皂苷 Rg_1 、Re、Rf、 Rb_1 、 Rg_2 、Rc、 Rb_2 、 Rb_3 、 F_1 、Rd、 F_2 、 Rg_3 、原人参三醇、compound K、 Rh_2 、原人参二醇对照品各 5 mg，加甲醇制成上述 16 种人参皂苷的质量浓度分别为 1.00、0.94、1.12、1.00、0.98、0.94、0.96、0.96、1.12、0.88、0.86、1.00、1.06、0.96、1.04、0.94 mg/mL 的对照品溶液，0.45 μ m 滤膜滤过，备用。

2.3 供试品溶液的制备

精密称取生晒参粉末 1 g，用滤纸包好，放置索氏提取器中，加适量石油醚，80 $^{\circ}$ C 回流提取 4 h，弃去石油醚液，加适量甲醇，80 $^{\circ}$ C 回流提取 10 h，收集提取液，蒸干甲醇，加色谱甲醇定容至 10 mL，用 0.45 μ m 滤膜滤过，备用。

称取人参茎叶 0.5 g，加 5 mL 甲醇密封，超声提取 45 min，离心，取上清液，用 0.45 μ m 滤膜滤过，备用。

精密称取生脉散 2.5 g，加乙醇超声处理 30 min，滤过，将滤液蒸干，向残渣中加水 20 mL 使其溶解，用水饱和正丁醇提取 5 次，合并提取液，蒸干，加甲醇定容至 10 mL，滤过，取滤液，用 0.45 μ m 滤膜滤过，备用。

取生脉饮，用 0.45 μ m 滤膜滤过，备用。

2.4 线性关系考察

分别精密称取 16 种人参皂苷对照品溶液 2、4、6、10、16、20 μ L 进样，以进样中人参皂苷质量 (Y) 对峰面积积分值 (X) 作图，得到线性回归方程，见表 1。

表 1 人参皂苷单体的回归方程

Table 1 Regression equations with correlation coefficients of ginsenoside monomers

人参皂苷	t_R / min	回归方程	r	线性范围 / μ g
Rg_1	35.744	$Y=2.771\ 874\times 10^{-6}X-4.709\ 822\times 10^{-2}$	0.999 8	0.40~20.0
Re	37.706	$Y=3.029\ 359\times 10^{-6}X-3.870\ 053\times 10^{-2}$	0.999 7	0.38~18.8
Rf	51.174	$Y=2.460\ 955\times 10^{-6}X-2.056\ 733\times 10^{-1}$	0.999 5	0.45~22.4
Rb_1	54.133	$Y=3.368\ 936\times 10^{-6}X-1.068\ 663\times 10^{-1}$	0.999 7	0.40~20.0
Rg_2	55.108	$Y=2.620\ 051\times 10^{-6}X-1.166\ 935\times 10^{-1}$	0.999 6	0.39~19.6
Rc	56.263	$Y=4.221\ 176\times 10^{-6}X-9.289\ 365\times 10^{-2}$	0.999 7	0.38~18.8
Rb_2	59.083	$Y=3.691\ 457\times 10^{-6}X-4.134\ 659\times 10^{-2}$	0.999 6	0.38~19.2
Rb_3	60.089	$Y=4.738\ 287\times 10^{-6}X-8.241\ 088\times 10^{-2}$	0.999 8	0.38~19.2
F_1	61.493	$Y=2.077\ 327\times 10^{-6}X-1.211\ 993\times 10^{-1}$	0.999 7	0.45~22.4
Rd	66.602	$Y=2.928\ 376\times 10^{-6}X-6.599\ 688\times 10^{-2}$	0.999 7	0.35~17.6
F_2	78.779	$Y=2.377\ 302\times 10^{-6}X-2.065\ 956\times 10^{-1}$	0.999 4	0.34~17.2
Rg_3	81.297	$Y=1.746\ 247\times 10^{-6}X-2.858\ 238\times 10^{-1}$	0.999 1	0.40~20.0
原人参三醇	83.391	$Y=2.942\ 008\times 10^{-6}X-2.534\ 155\times 10^{-1}$	0.999 5	0.42~21.2
compound K	87.040	$Y=2.094\ 061\times 10^{-6}X-2.301\ 267\times 10^{-1}$	0.999 3	0.38~19.2
Rh_2	88.351	$Y=2.114\ 300\times 10^{-6}X-2.282\ 383\times 10^{-1}$	0.999 4	0.42~20.8
原人参二醇	101.596	$Y=1.079\ 770\times 10^{-6}X-2.852\ 037\times 10^{-1}$	0.999 0	0.38~18.8

2.5 检测限与定量限

在选定的色谱条件下，当信噪比为 3 时，测得人参皂苷 Rg_1 、Re、Rf、 Rb_1 、 Rg_2 、Rc、 Rb_2 、 Rb_3 、 F_1 、Rd、 F_2 、 Rg_3 、原人参三醇、compound K、 Rh_2 、原人参二醇的检测限分别为 0.15、0.25、0.10、0.10、0.20、0.25、0.28、0.32、0.25、0.30、0.24、0.31、0.30、0.10、0.075、0.20 μ g；当信噪比为 10 时，测得人参皂苷 Rg_1 、Re、Rf、 Rb_1 、 Rg_2 、Rc、 Rb_2 、 Rb_3 、 F_1 、Rd、 F_2 、 Rg_3 、原人参三醇、compound K、

Rh_2 、原人参二醇的定量限分别为 0.40、0.70、0.25、0.25、0.55、0.70、0.78、0.80、0.70、0.75、0.68、0.76、0.70、0.25、0.145、0.55 μ g。

2.6 精密度试验

按照“2.1”项下色谱条件，分别取对照品溶液 20 μ L，重复进样 6 次，人参皂苷 Rg_1 、Re、Rf、 Rb_1 、 Rg_2 、Rc、 Rb_2 、 Rb_3 、 F_1 、Rd、 F_2 、 Rg_3 、原人参三醇、compound K、 Rh_2 、原人参二醇峰面积的 RSD 分别为 1.12%、1.54%、0.65%、1.36%、1.43%、

1.30%、0.78%、1.35%、0.98%、0.78%、0.56%、1.29%、0.95%、1.06%、0.80%、0.75%，结果表明仪器精密度良好。

2.7 稳定性试验

分别取生晒参和人参茎叶样品溶液，按“2.1”项色谱条件，在0、2、4、8、16、24 h进样20 μ L，生晒参中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、Rd、原人参三醇、 R_{h2} 、原人参二醇峰面积的RSD分别为1.63%、1.70%、1.93%、1.56%、1.55%、1.96%、1.47%、1.78%、1.42%、1.42%、1.34%、1.85%；人参茎叶中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、 F_1 、Rd、 F_2 峰面积的RSD分别为1.67%、1.77%、1.89%、1.55%、1.59%、2.07%、1.50%、1.86%、1.50%、1.36%、1.53%，说明生晒参及人参茎叶溶液在24 h内稳定。

分别取生脉散及生脉饮样品溶液，按“2.1”项色谱条件，在0、2、4、8、16、24 h进样20 μ L，生脉散中人参皂苷 Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇、compound K 峰面积的RSD分别为1.90%、1.54%、1.66%、2.12%、1.50%、1.44%、1.36%、1.45%、2.18%；生脉饮中人参皂苷 R_{g1} 、Rf、 R_{b1} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇峰面积的RSD分别为1.65%、1.96%、1.47%、1.41%、1.40%、1.41%，说明生脉散及生脉饮溶液在24 h内稳定。

2.8 重复性试验

分别取同一批生晒参和人参茎叶样品，按样品制备方法制备6份，分别进样20 μ L，生晒参中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、Rd、原人参三醇、 R_{h2} 、原人参二醇质量分数的RSD分别为0.13%、0.14%、1.19%、0.35%、1.09%、0.65%、0.38%、1.67%、2.40%、1.43%、1.86%、0.97%；人参茎叶中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、 F_1 、Rd、 F_2 质量分数的RSD分别为0.11%、0.10%、1.24%、0.40%、1.17%、0.63%、0.35%、1.59%、1.90%、2.44%、0.47%，均小于2.5%，重复性较好。

分别取同一批生脉散和生脉饮样品，按样品制备方法制备6份，分别进样20 μ L，生脉散中人参皂苷 Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇、compound K 质量分数的RSD分别为1.20%、0.36%、1.16%、0.72%、0.47%、0.39%、0.35%、1.38%、1.66%；生脉饮中人参皂苷 R_{g1} 、Rf、 R_{b1} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇质量分数的RSD分别为0.12%、1.25%、0.37%、0.40%、0.47%、1.36%，重复性较好。

2.9 回收率试验

精密称取同一批生晒参和人参茎叶样品各6份，分别准确加入一定量的人参皂苷对照品，按供试品溶液的制备方法处理后，按“2.1”项色谱条件测定。生晒参中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、Rd、原人参三醇、 R_{h2} 、原人参二醇的平均回收率(RSD)分别为98.56%(1.25%)、99.60%(0.83%)、99.97%(1.73%)、95.92%(1.23%)、97.60%(1.73%)、98.50%(0.79%)、96.40%(1.10%)、100.25%(1.30%)、96.29%(0.75%)、98.56%(1.62%)、99.65%(0.73%)、101.21%(1.29%)；人参茎叶中人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、 F_1 、Rd、 F_2 的平均回收率(RSD)分别为98.69%(1.33%)、99.10%(0.95%)、100.35%(1.82%)、96.60%(1.30%)、96.90%(1.87%)、100.02%(0.84%)、95.21%(1.35%)、102.41%(1.46%)、99.69%(1.05%)、98.17%(0.59%)、101.31%(1.35%)。

精密称取同一批生脉散和生脉饮样品各6份，分别准确加入一定量的人参皂苷对照品，按“2.3”项方法处理后，按“2.1”项色谱条件测定。生脉散中人参皂苷 Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇、compound K 的平均回收率(RSD)分别为99.86%(1.76%)、96.50%(1.16%)、97.40%(1.83%)、99.26%(1.04%)、94.50%(1.33%)、98.29%(1.14%)、97.46%(1.03%)、98.49%(1.35%)、97.78%(1.03%)；生脉饮中人参皂苷 R_{g1} 、Rf、 R_{b1} 、 F_2 、 R_{g3} 、原人参三醇的平均回收率(RSD)分别为99.88%(1.53%)、100.74%(1.81%)、96.82%(1.31%)、100.73%(1.17%)、96.3%(1.11%)、98.06%(1.5%)。

2.10 样品测定

取生晒参、人参茎叶、生脉散、生脉饮按供试品溶液制备方法制成样品溶液，按“2.1”项色谱条件进样分析，根据线性回归方程计算16种人参皂苷的质量分数，见表2。

3 讨论

本实验建立的同时测定人参中16种人参皂苷的方法，除了一些常见皂苷外，增加了人参皂苷 F_1 、 F_2 、 R_{g3} 等一些稀有皂苷的测定，不仅可以检测人参中人参皂苷的量，也可以检测人参茎叶及人参制剂中人参皂苷的量。结果表明，人参中含有12种人参皂苷 R_{g1} 、Re、Rf、 R_{b1} 、 R_{g2} 、Rc、 R_{b2} 、 R_{b3} 、Rd、原人参三醇、 R_{h2} 、原人参二醇，未检测到人参皂苷 F_1 、 F_2 、 R_{g3} 、compound K，而人参茎叶中

表 2 人参与其制剂中 16 种人参皂苷质量分数 ($\bar{x} \pm s, n=6$)

Table 2 Contents of 16 kinds of ginsenoside monomers in *P. ginseng* and its preparation ($\bar{x} \pm s, n=6$)

人参皂苷	质量分数 / %			
	生晒参	人参茎叶	生脉散	生脉饮
Rg ₁	0.222±0.022	0.694±0.004	0	6.30±0.009
Re	0.194±0.052	1.560±0.005	0	0
Rf	0.032±0.003	0.013±0.001	0.002±0.003	0.002±0.001
Rb ₁	0.266±0.052	0.212±0.002	0.006±0.003	0.017±0.006
Rg ₂	0.006±0.001	0.051±0.001	0.002±0.003	0
Rc	0.233±0.042	0.258±0.006	0.050±0.018	0
Rb ₂	0.156±0.026	0.291±0.009	0.021±0.002	0
Rb ₃	0.022±0.003	0.053±0.006	0	0
F ₁	0	0.255±0.003	0	0
Rd	0.046±0.013	0.830±0.003	0	0
F ₂	0	0.037±0.001	0.248±0.053	0.115±0.000
Rg ₃	0	0	0.021±0.005	0.001±0.001
原人参三醇	0.005±0.012	0	0.239±0.042	0.059±0.001
compound K	0	0	0.016±0.008	0
Rh ₂	0.019±0.002	0	0	0
原人参二醇	0.008±0.002	0	0	0
人参皂苷加和值	1.209	4.254	0.605	6.494

除常见人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、Rd 外,检测到了人参茎叶特有皂苷 F₁、F₂,在自制生脉散中检测到了 9 种人参皂苷 Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、F₂、Rg₃、原人参三醇、compound K,而在生脉饮中检测到了 6 种人参皂苷 Rg₁、Rf、Rb₁、F₂、Rg₃、原人参三醇。

本实验建立的同时测定人参中 16 种人参皂苷含量的方法,采用梯度洗脱,人参皂苷种类多达 16 种,提高了效率;流动相为乙腈和水,无需配制,方便操作,并且解决了磷酸盐对色谱柱损耗大,系统清洗麻烦等问题;所用 C₁₈ (150 mm×4.6 mm, 5 μm) 色谱柱为普通色谱柱,便于购买。16 种人参皂苷分离完全,线性关系良好,方法准确,重复性好,为人参的质量控制提供理论基础。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 黎阳, 张铁军, 刘素香, 等. 人参化学成分和药理研究进展 [J]. 中草药, 2009, 40(1): 164-166.
- [3] 张萍, 王金东, 肖新月, 等. 人参化学成分分析方法的研究进展 [J]. 中草药, 2004, 35(12): 1429-1432.
- [4] 徐静, 贾力, 赵余庆. 人参的化学成分与人参产品的质量评价 [J]. 药物评价研究, 2011, 34(3): 199-203.
- [5] Wang Y T, You J Y, Yu Y, *et al.* Analysis of ginsenosides in *Panax ginseng* in high pressure microwave-assisted extraction [J]. *Food Chem*, 2008, 110(1): 161-167.
- [6] Chung I M, Kim J W, Seguin P, *et al.* Ginsenosides and phenolics in fresh and processed Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer): Effects of cultivation location, year, and storage period [J]. *Food Chem*, 2012, 130(1): 73-83.
- [7] 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.
- [8] 邵玉钢, 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.
- [9] 刘志, 阮长春, 刘天志, 等. HPLC 法同时测定林下参、鲜人参、生晒参和红参中 14 种人参皂苷 [J]. 中草药, 2012, 43(12): 2431-2434.