

HPLC 法同时测定“麦味参”中 20 种活性成分

邵玉钢, 郝丽珊, 董 微, 孟凡双, 臧 埔, 赵 岩*, 祝洪艳, 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“麦味参”(按人参-麦冬-五味子为 1:3:1 配伍)中 20 种活性成分的 HPLC 方法。方法 采用色谱柱(150 mm×4.6 mm, 5 μm), 乙腈(A)-水(B)为流动相, 梯度洗脱, 体积流量为 1.0 mL/min, 检测波长 203 nm, 柱温 35 ℃。结果 人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、Rh₂、F₁、Rd、F₂、Rg₃, 原人参三醇, compound K, 原人参二醇, 3 种五味子木脂素五味子醇甲、五味子甲素、五味子乙素和麦冬皂苷 D 均得到良好的线性关系($r \geq 0.999\ 6$), 平均回收率均在 96%~102%, RSD 均小于 2%。结论 方法准确可靠, 灵敏度高, 专属性强, 结果稳定, 重复性好, 可用作“麦味参”的多成分质量控制。

关键词: 麦味参; 高效液相色谱法; 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; 人参皂苷 Rh₂; 原人参二醇; 五味子醇甲; 五味子甲素; 五味子乙素; 麦冬皂苷 D; compound K

中图分类号: R286.022 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2017)12-2527-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.12.026

Simultaneous determination of 20 active constituents in Maiweishen by HPLC

GAO Yu-gang, HAO Li-shan, DONG Wei, MENG Fan-shuang, ZANG Pu, ZHAO Yan, ZHU Hong-yan, ZHANG Lian-xue

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

Abstract: Objective To evaluate the quality of Maiweishen, a simple and accurate HPLC method for determining the contents of 20 active constituents from Maiweishen 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, compounds K, Rh₂, and protopanaxadiol), three kinds of lignan in *Schisandra chinensis* (schizandrol A, schizandrin A, B), and ophiopogonin D were separated at baseline with good linearity ($r \geq 0.999\ 6$). The recovery rates were 96%—102% (RSD < 2%). **Conclusion** The method is simple, fast, accurate, and could be applied to the quality control of Maiweishen.

Key words: Maiweishen; 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; ginsenoside Rh₂; protopanaxadiol; schizandrol A; schizandrin A; schizandrin B; ophiopogonin D; compound K

“麦味参”由人参、五味子、麦冬组成, 具有提高缺氧耐受力、辅助缓解运动疲劳及辅助提高免疫力的功能^[1-5]。近年来, 关于利用 HPLC 法测定人参皂苷类成分^[6-14]、五味子木脂素类成分^[15-18]和麦冬皂苷成分^[19-20]的报道较多, 但未见同时测定“麦味参”中 16 种人参皂苷、3 种五味子木脂素和 1 种麦冬皂苷的报道。本实验采用高效液相色谱法同时测定“麦味参”中 20 种活性成分的量, 为提高“麦味参”的质量控制标准提供实验依据。

1 材料与试剂

日本岛津 LC-2010A 高效液相色谱仪 (LC-2010A 型液相色谱泵、LC-2010A 型自动进样器、CLASS-vP 色谱工作站); 日本岛津 AUY220 电子分析天平; 昆山舒美 KQ-250DV 超声波清洗器。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)、

收稿日期: 2016-12-19

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFC0500300); 吉林省重点科技成果转化项目 (20160307005YY); 吉林省重点科技攻关项目 (20170204017YY)

作者简介: 邵玉钢 (1969—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为生药学。E-mail: gaoyugang_2006@163.com

*通信作者 赵 岩 (1979—), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中药化学。E-mail: zhyjlu79@163.com

张连学 (1955—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药学。E-mail: zlxbooksea@163.com

Rh₂ (批号 2012009), Rd (批号 201018)、F₂ (批号 201255)、Rg₃ (批号 201237), 原人参三醇 (批号 201206), compound K (批号 201243), 原人参二醇 (批号 201235) 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; 五味子醇甲 (批号 131211)、五味子甲素 (批号 130111)、五味子乙素 (批号 130320)、麦冬皂苷 D (批号 131130) 购自于成都普菲德生物技术有限公司, 质量分数均在 98% 以上。生晒参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 *Panax ginseng* C. A. Mey.; “麦味参” 原料均经吉林农业大学中药材学院张连学教授鉴定为正品, “麦味参” 按人参 *Panax ginseng* C. A. Mey.、麦冬 *Ophiopogon japonicus* (L. f) Ker. -Gawl.、五味子 *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. 1 : 3 : 1 配比, 实验室自制, 方法见文献报道^[1]; 乙腈、甲醇均为色

谱纯; 水为去离子水; 其余试剂为分析纯。

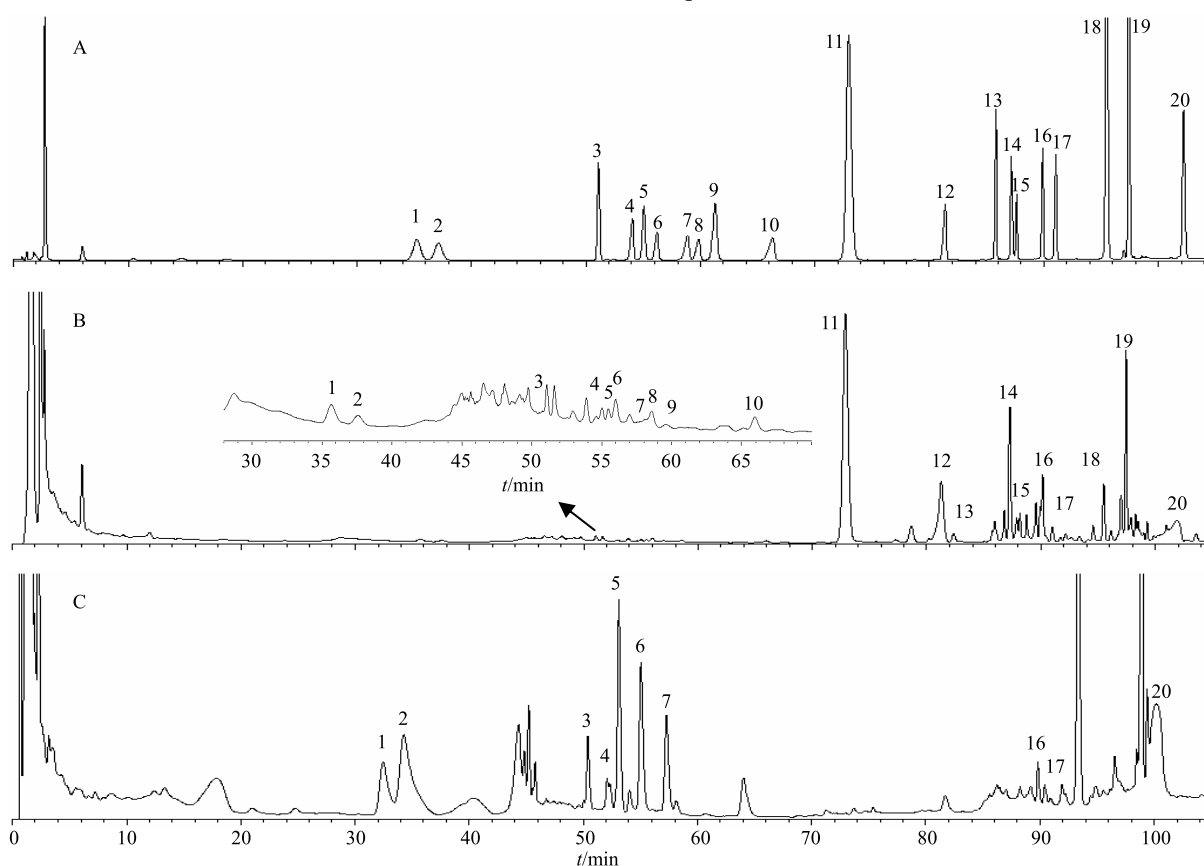
2 方法与结果

2.1 色谱条件

乙腈 (A) - 水 (B) 为流动相, 梯度洗脱, 0~40 min, 18%~21% A; 40~42 min, 21%~26% A; 42~46 min, 26%~32% A; 46~66 min, 32%~33.5% A; 66~71 min, 33.5%~38% A; 71~82 min, 38%~45% A; 82~84 min, 45%~57.5% A; 84~86 min, 57.5%~65% A; 86~96 min, 65%~85% A; 96~106 min, 85%~18% A; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长 203 nm; 柱温 35 °C; 进样量 20 μL。对照品与样品色谱图见图 1。

2.2 对照品溶液的制备

分别精密称取对照品人参皂苷 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, 五味子醇



1-人参皂苷 Rg₁ 2-人参皂苷 Re 3-人参皂苷 Rf 4-人参皂苷 Rb₁ 5-人参皂苷 Rg₂ 6-人参皂苷 Rc 7-人参皂苷 Rb₂ 8-人参皂苷 Rb₃ 9-人参皂苷 F₁ 10-人参皂苷 Rd 11-五味子醇甲 12-人参皂苷 F₂ 13-人参皂苷 Rg₃ 14-原人参三醇 15-麦冬皂苷 D 16-Compound K 17-人参皂苷 Rh₂ 18-五味子甲素 19-五味子乙素 20-原人参二醇

1-ginsenoside Rg₁ 2-ginsenoside Re 3-ginsenoside Rf 4-ginsenoside Rb₁ 5-ginsenoside Rg₂ 6-ginsenoside Rc 7-ginsenoside Rb₂ 8-ginsenoside Rb₃ 9-ginsenoside F₁ 10-ginsenoside Rd 11-schizandrol A 12-ginsenoside F₂ 13-ginsenoside Rg₃ 14-ophiopogonin D 15-protopanaxatriol 16-Compound K 17-ginsenoside Rh₂ 18-schizandrin A 19-schizandrin B 20-protopanaxadiol

图 1 混合对照品 (A)、“麦味参” (B) 和生晒参 (C) 样品色谱图

Fig. 1 Chromatograms of mixed reference solution (A), Maiweishen samples (B), and dried raw ginseng (C)

甲, 五味子甲素, 五味子乙素和麦冬皂苷 D 各 5 mg, 加甲醇制成上述 20 种成分的质量浓度分别为 0.60、0.56、0.67、0.60、0.59、0.56、0.58、0.58、0.67、0.53、0.52、0.60、0.64、0.58、0.62、0.56、0.41、0.42、0.40、0.40 mg/mL 的对照品溶液, 经 0.45 μ m 微孔滤膜滤过, 备用。

2.3 供试品溶液的制备

精密称取“麦味参”(人参-麦冬-五味子 1:3:1, 实验室自制) 0.5 g, 加 5 mL 甲醇密封,

超声提取 45 min, 离心, 取上清液, 经 0.45 μ m 微孔滤膜滤过, 得“麦味参”供试品溶液, 备用。

精密称取生晒参粉末 0.5 g, 加 5 mL 甲醇密封, 超声提取 45 min, 离心, 取上清液, 经 0.45 μ m 微孔滤膜滤过, 得生晒参供试品溶液, 备用。

2.4 线性关系考察

分别精密吸取对照品溶液 2、4、6、8、10、12、14 μ L 进样, 以进样质量 (Y) 对峰面积 (X) 作图, 得到线性回归方程, 见表 1。

表 1 回归方程及线性范围

Table 1 Regression equations with correlation coefficients of monomers

化合物	保留时间/min	回归方程	r	线性范围/ μ g
人参皂苷 Rg ₁	35.204	$Y=3.355\ 028\times 10^{-6}X+0.061\ 403\ 62$	0.999 8	0.40~20.0
人参皂苷 Re	37.107	$Y=3.901\ 495\times 10^{-6}X+0.063\ 160\ 58$	0.999 8	0.38~18.8
人参皂苷 Rf	51.107	$Y=2.613\ 984\times 10^{-6}X-0.030\ 268\ 47$	0.999 9	0.45~22.4
人参皂苷 Rb ₁	54.078	$Y=4.078\ 849\times 10^{-6}X-0.014\ 243\ 81$	0.999 7	0.40~20.0
人参皂苷 Rg ₂	55.044	$Y=3.247\ 476\times 10^{-6}X-1.886\ 193\times 10^{-3}$	0.999 9	0.39~19.6
人参皂苷 Rc	56.213	$Y=5.417\ 705\times 10^{-6}X+0.011\ 258\ 85$	0.999 8	0.38~18.8
人参皂苷 Rb ₂	58.869	$Y=4.741\ 226\times 10^{-6}X+0.020\ 482\ 57$	0.999 8	0.38~19.2
人参皂苷 Rb ₃	59.853	$Y=5.946\ 646\times 10^{-6}X+0.019\ 805\ 13$	0.999 9	0.38~19.2
人参皂苷 F ₁	61.276	$Y=2.228\ 105\times 10^{-6}X-2.792\ 067\times 10^{-3}$	0.999 9	0.45~22.4
人参皂苷 Rd	66.316	$Y=4.063\ 744\times 10^{-6}X-7.440\ 973\times 10^{-3}$	0.999 8	0.35~17.6
五味子醇甲	72.954	$Y=4.396\ 522\times 10^{-7}X+0.049\ 674\ 62$	0.999 9	0.41~20.4
人参皂苷 F ₂	81.379	$Y=3.159\ 955\times 10^{-6}X+0.010\ 317\ 06$	0.999 9	0.34~17.2
人参皂苷 Rg ₃	85.827	$Y=2.111\ 781\times 10^{-6}X-0.107\ 711\ 80$	0.999 9	0.40~20.0
原人参三醇	87.176	$Y=3.029\ 334\times 10^{-6}X-0.031\ 267\ 38$	0.999 9	0.42~21.2
麦冬皂苷 D	87.615	$Y=5.636\ 398\times 10^{-6}X-1.226\ 937\times 10^{-3}$	0.999 9	0.40~20.0
compound K	89.920	$Y=2.620\ 284\times 10^{-6}X-0.085\ 186\ 92$	0.999 9	0.38~19.2
人参皂苷 Rh ₂	91.038	$Y=2.405\ 142\times 10^{-6}X-0.056\ 650\ 41$	0.999 9	0.42~20.8
五味子甲素	95.478	$Y=4.209\ 973\times 10^{-7}X-0.065\ 451\ 63$	0.999 9	0.42~21.2
五味子乙素	97.420	$Y=5.123\ 823\times 10^{-7}X-0.126\ 078\ 00$	0.999 6	0.40~20.0
原人参二醇	102.211	$Y=1.386\ 403\times 10^{-6}X-0.085\ 236\ 30$	0.999 9	0.38~18.8

2.5 精密度试验

按“2.1”项色谱条件, 分别取对照品溶液 20 μ L, 重复进样 6 次, 人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、F₁、Rd, 五味子醇甲、人参皂苷 F₂、人参皂苷 Rg₃、原人参三醇、麦冬皂苷 D、compound K、人参皂苷 Rh₂、五味子甲素、五味子乙素、原人参二醇峰面积的 RSD 分别为 0.45%、0.59%、0.51%、0.30%、0.41%、0.65%、0.65%、0.30%、0.34%、0.38%、0.56%、0.44%、0.52%、0.49%、0.48%、0.51%、0.53%、0.40%、0.39%、0.49%, 结果表明仪器精密度良好。

2.6 稳定性试验

取“2.3”项供试品溶液, 按“2.1”项色谱条件, 在 0、2、4、8、16、24、48 h 进样 20 μ L, 人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、F₁、Rd, 五味子醇甲、人参皂苷 F₂、人参皂苷 Rg₃、原人参三醇、麦冬皂苷 D、compound K、人参皂苷 Rh₂、五味

子甲素、五味子乙素、原人参二醇峰面积的日内 RSD 分别为 0.93%、1.02%、0.97%、0.84%、0.89%、1.12%、1.12%、0.83%、1.86%、1.57%、0.99%、1.65%、1.08%、0.88%、0.84%、0.86%、0.93%、1.54%、0.87%、0.95%、日间 RSD 分别为 1.43%、1.76%、1.97%、0.94%、1.98%、2.31%、2.15%、1.53%、2.16%、1.27%、0.87%、2.53%、2.68%、1.68%、1.94%、2.11%、1.97%、2.16%、1.67%、1.86%, 说明供试品溶液在 48 h 内稳定。

2.7 重复性试验

取同一批样品, 按样品制备方法制备 6 份, 分别进样 20 μ L, 人参皂苷 Rg₁、Re、Rf、Rb₁、Rg₂、Rc、Rb₂、Rb₃、F₁、Rd, 五味子醇甲、人参皂苷 F₂、人参皂苷 Rg₃、原人参三醇、麦冬皂苷 D、compound K、人参皂苷 Rh₂、五味子甲素、五味子乙素、原人参二醇质量分数的 RSD 分别为 0.31%、0.15%、1.12%、0.41%、1.06%、0.58%、0.38%、1.33%、1.01%、1.32%、0.85%、1.24%、0.38%、

0.97%、0.35%、1.64%、0.98%、0.63%、0.40%、0.93%。

2.8 加样回收率试验

精密称取同一批样品 3 份, 每份 0.6 g, 分别准确加入各对照品 3 mg, 按供试品溶液的制备方法处理后, 按“2.1”项色谱条件测定。人参皂苷 R_{g1} 、 R_e 、 R_f 、 R_{b1} 、 R_{g2} 、 R_c 、 R_{b2} 、 R_{b3} 、 F_1 、 R_d , 五味子醇甲、人参皂苷 F_2 、人参皂苷 R_{g3} 、原人参三醇、麦冬皂苷 D、compound K、人参皂苷 R_{h2} 、五味子甲素、五味子乙素、原人参二醇的平均回收率分别为 100.93%、101.59%、99.97%、99.10%、96.72%、102.33%、100.58%、101.50%、98.93%、100.59%、100.97%、97.22%、99.52%、99.91%、100.59%、98.54%、99.03%、100.59%、99.71%、100.96%, RSD 分别为 1.32%、1.28%、1.99%、1.74%、1.88%、0.98%、0.79%、1.16%、0.97%、1.15%、1.57%、1.36%、0.92%、0.53%、0.84%、1.46%、1.31%、0.89%、0.61%、1.18%。

2.9 样品测定

精密称取生晒参、“麦味参”, 按“2.3”项供试品溶液制备方法制成各样品溶液, 按“2.1”项色谱条件进样分析, 根据表 2 中的线性回归方程计算 20 种活性成分的质量分数。结果见表 2。

表 2 “麦味参”中 20 种活性成分的质量分数 ($\bar{x} \pm s$, $n = 6$)
Table 2 Twenty kinds of active constituents in Maiweishen ($\bar{x} \pm s$, $n = 6$)

活性成分	质量分数/%	
	生晒参	“麦味参”
人参皂苷 R_{g1}	0.180 1 $\pm$ 0.008 3 ^b	0.115 3 $\pm$ 0.001 3 ^a
人参皂苷 R_e	0.270 5 $\pm$ 0.010 3 ^b	0.066 8 $\pm$ 0.005 4 ^a
人参皂苷 R_f	0.037 8 $\pm$ 0.003 2 ^a	0.037 3 $\pm$ 0.001 7 ^a
人参皂苷 R_{b1}	0.213 7 $\pm$ 0.008 0 ^b	0.027 7 $\pm$ 0.000 5 ^a
人参皂苷 R_{g2}	0.027 3 $\pm$ 0.004 7 ^a	0.026 1 $\pm$ 0.001 5 ^a
人参皂苷 R_c	0.240 1 $\pm$ 0.013 4 ^b	0.111 7 $\pm$ 0.002 7 ^a
人参皂苷 R_{b2}	0.155 0 $\pm$ 0.006 3 ^b	0.054 7 $\pm$ 0.004 2 ^a
人参皂苷 R_{b3}	0.027 7 $\pm$ 0.002 8 ^b	0.015 6 $\pm$ 0.003 3 ^a
人参皂苷 F_1	0.002 2 $\pm$ 0.000 2 ^a	0.001 6 $\pm$ 0.000 1 ^a
人参皂苷 R_d	0.077 1 $\pm$ 0.002 9 ^b	0.068 3 $\pm$ 0.004 3 ^a
五味子醇甲	0 ^a	0.916 9 $\pm$ 0.063 4 ^b
人参皂苷 F_2	0.025 6 $\pm$ 0.003 6 ^a	1.564 4 $\pm$ 0.226 2 ^b
人参皂苷 R_{g3}	0 ^a	0.147 8 $\pm$ 0.019 7 ^b
原人参三醇	0.003 7 $\pm$ 0.000 3 ^a	1.195 3 $\pm$ 0.090 6 ^b
麦冬皂苷 D	0 ^a	0.088 1 $\pm$ 0.010 2 ^b
compound K	0.012 0 $\pm$ 0.001 1 ^a	0.304 5 $\pm$ 0.021 0 ^b
人参皂苷 R_{h2}	0.002 6 $\pm$ 0.000 1 ^a	0.134 2 $\pm$ 0.008 3 ^b
五味子甲素	0 ^a	0.083 6 $\pm$ 0.002 2 ^b
五味子乙素	0 ^a	0.250 9 $\pm$ 0.000 9 ^b
原人参二醇	0.030 4 $\pm$ 0.002 9 ^b	0.005 3 $\pm$ 0.000 7 ^a
16 种皂苷加和值	1.302 3 $\pm$ 0.019 4 ^a	3.877 6 $\pm$ 0.170 7 ^b

不同字母表示数据间差异显著, $P < 0.05$

Different letters represent significant differences in data, $P < 0.05$

2.10 统计分析

用 Excel 进行数据整理; 用 SPSS 17.0 对整理后的数据统计分析。由表 2 可知, 本方法能同时检测出“麦味参”中 16 种人参皂苷单体和 3 种五味子木脂素及 1 种麦冬皂苷, 对于“麦味参”质量评价具有指导意义。与生晒参相较, “麦味参”中人参皂苷 R_{g1} 、 R_e 、 R_{b1} 、 R_c 、 R_{b3} 、 R_d 、原人参二醇量均下降 ($P < 0.05$), 但人参皂苷 F_2 、原人参三醇、compound K、人参皂苷 R_{h2} 及 16 种皂苷加和值均显著高于生晒参 ($P < 0.05$), 且生晒参中未被检测到的人参皂苷 R_{g3} 在“麦味参”中被检测到, 质量分数高达 0.147 8%。说明复方“麦味参”通过配伍提高了人参皂苷总量和稀有人参皂苷的量, 对于人参复方配伍机制研究提供了参考。

3 讨论

与生晒参相较, “麦味参”中人参皂苷 R_{g1} 、 R_e 、 R_{b1} 、 R_c 、 R_{b3} 、 R_d 、原人参二醇量均下降 ($P < 0.05$), 但人参皂苷 F_2 、原人参三醇、compound K、人参皂苷 R_{h2} 及 16 种皂苷加和值均显著高于生晒参 ($P < 0.05$), 且生晒参中未被检测到的人参皂苷 R_{g3} 在“麦味参”中被检测到, 质量分数高达 0.147 8%。

本实验建立的同时测定“麦味参”中 20 种活性成分量的检测方法, 其中包含人参皂苷 16 种, 五味子木脂素 3 种, 麦冬皂苷 1 种, 提高了效率; 本实验采用 HPLC-UV 检测器, 其具有造价低、应用广泛等优点; 流动相为乙腈和水, 操作方便, 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 C_{18} (150 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m) 色谱柱为普通色谱柱, 便于购买。该法检测的 20 种成分分离度高, 线性关系好, 方法准确, 重现性和回收率好, 为“麦味参”在企业制作中的质量控制提供了理论基础。

参考文献

- [1] 郇玉钢, 张连学, 王立岩, 等. 一种麦味参制备方法: 中国, 104013801A [P]. 2014-09-03.
- [2] 彭明勇, 李 艳. 生脉散的临床应用及药理研究 [J]. 中国医药指南, 2012, 10(1): 224-227.
- [3] 丁立忠, 马 卓, 刘小平. 人参及生脉散补益作用的实验研究 [J]. 湖北中医学院学报, 2000, 2(3): 22-24.
- [4] 李来红, 汪俊松, 孔令义. 生脉散及其三个部位对脑缺血再灌注损伤的保护作用 [J]. 中国天然药物杂志, 2013, 11(3): 222-230.
- [5] 王歆璐, 尹小星. 生脉散治疗慢性充血性心力衰竭研究概况 [J]. 实用中医内科杂志, 2013, 27(8): 70-73.

- [6] 郇玉钢, 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.
- [7] 刘 芷, 贾 英, 赵 旭, 等. 五味子的 UPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2014, 45(11): 1631-1633.
- [8] 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.
- [9] 郭 冲, 郇玉钢, 臧 埔, 等. HPLC 法同时测定人参及其制剂中 16 种人参皂苷 [J]. 中草药, 2014, 45(14): 2009-2013.
- [10] Shi Y, Sun C J, Zheng B, *et al.* Simultaneous determination of nine ginsenosides in functional foods by high performance liquid chromatography with diode array detector detection [J]. *Food Chem*, 2010, 123(4): 1322-1327.
- [11] Lee S I, Kwon H J, Lee Y M, *et al.* Simultaneous analysis method for polar and non-polar ginsenosides in red ginseng by reversed-phase HPLC-PAD [J]. *J Pharm Biom Anal*, 2012, 60(4): 80-85.
- [12] Kim S N, Ha Y W, Shin H, *et al.* Simultaneous quantification of 14 ginsenosides in *Panax ginseng* C. A. Meyer (Korean red ginseng) by HPLC-ELSD and its application to quality control [J]. *J Pharm Biom Anal*, 2007, 45(1): 164-170.
- [13] Sun B S, Gu L J, Fang Z M, *et al.* Simultaneous quantification of 19 ginsenosides in black ginseng developed from *Panax ginseng* by HPLC-ELSD [J]. *J Pharm Biom Anal*, 2009, 50(1): 15-22.
- [14] 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.
- [15] 李 斌. HPLC 法测定生脉饮 (人参方) 中五味子醇甲的含量 [J]. 哈尔滨医药, 2014, 34(1): 20-21.
- [16] 倪 琳, 杨 锡. HPLC 法同时测定生脉饮中五味子醇甲、五味子甲素和五味子乙素 [J]. 中成药, 2012, 34(5): 872-875.
- [17] 梁晓艳, 梁旭霞, 朱杰民. HPLC 测定生脉饮中五味子甲素和五味子乙素的含量 [J]. 广西中医学院学报, 2010, 13(3): 48-49.
- [18] 胡俊扬, 陆兔林, 毛春芹, 等. HPLC 法同时测定不同产地五味子中 8 种木脂素成分 [J]. 中成药, 2012, 34(2): 313-316.
- [19] 胥秀英, 郑一敏, 傅善权, 等. HPLC 法同时测定麦冬药材中麦冬皂苷 Ra 和慈溪麦冬皂苷 A 的含量 [J]. 中国药房, 2010, 21(39): 3703-3705.
- [20] 贾 诚, 叶正良, 姜秀晶, 等. ELSD-HPLC 法测定麦冬药材中麦冬皂苷 D、D' 含量 [J]. 现代中药研究与实践, 2012, 26(3): 79-81.