

一测多评法同时测定人参中人参皂苷 Rb₁、Rg₁、Re、Rc、Rb₂、Rd

刘小妹¹, 程中琴¹, 施崇精¹, 王姗姗¹, 袁强华², 宋英^{2*}

1. 成都中医药大学药学院, 四川 成都 610075

2. 成都中医药大学附属医院, 四川 成都 610072

摘要: **目的** 建立可用于人参 *Panax ginseng* 中6个成分的一测多评法(QAMS)。**方法** 采用高效液相色谱法, 使用 Phenomenex Luna C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以乙腈-0.1%磷酸水为流动相, 梯度洗脱, 体积流量 1.0 mL/min, 柱温 25 °C, 检测波长 203 nm。以人参皂苷 Rb₁ 为参照物, 建立其与人参皂苷 Rg₁、Re、Rc、Rb₂、Rd 的相对校正因子, 外标法与 QAMS 分别测定6个成分含量, *t* 检验评价 QAMS 的可行性和适用性。**结果** 在一定线性范围内, 人参皂苷 Rb₁ 相对人参皂苷 Rg₁、Re、Rc、Rb₂、Rd 的相对校正因子重复性好, 2种方法所得6个成分的含量无明显差异, 实验得相对校正因子可供参考。**结论** 该法用于人参多种成分的同步质量评价是准确、可行的, 可作为一种新的质量评价模式为中药及中药制剂实现多成分同时监控提供有益借鉴。

关键词: 人参; 人参皂苷 Rb₁; 人参皂苷 Rg₁; 人参皂苷 Re; 人参皂苷 Rc; 人参皂苷 Rb₂; 人参皂苷 Rd; 一测多评法; 相对校正因子
中图分类号: R286.2 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2018)06-1413-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.06.027

Simultaneous determination of six active components in *Panax ginseng* by QAMS method

LIU Xiao-mei¹, CHENG Zhong-qin¹, SHI Chong-jing¹, WANG Shan-shan¹, YUAN Qiang-hua², SONG Ying²

1. College of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075, China

2. Affiliated Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610072, China

Abstract: **Objective** This study aimed to simultaneously determine six composition of *Panax ginseng* by quantitative analysis of multi-components with a single-marker (QAMS) in different paris. **Methods** Phenomenex Luna C₁₈ (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) was used with mobile phase consisting of acetonitrile-0.1% phosphoric acid for gradient elution at a flow rate of 1.0 mL/min, The column temperature was 25 °C and the detection wavelength was 203 nm. Ginsenoside Rb₁ was used as reference to establish its relative correction factor of Rg₁, Re, Rc, Rb₂, Rd, The contents of six components were determined by both external standard method and QAMS. and *t* test was used to evaluate the feasibility and applicability of QAMS. **Results** In a certain linear range, the relative correction factor (RCF) was good, No significant differences were observed between the quantitative results of the two methods. **Conclusion** It is feasible and suitable to evaluate the quality of *Panax ginseng*. It can provide a useful reference to quality control of multi-indexed components in Chinese herbs and traditional Chinese preparations.

Key words: *Panax ginseng* C. A. Mey.; ginsenoside Rb₁; ginsenoside Rg₁; ginsenoside Re; ginsenoside Rc; ginsenoside Rb₂; ginsenoside Rd; quantitative analysis of multi-components with a single-marker; relative correction factor

人参系五加科植物人参 *Panax ginseng* C. A. Mey. 的干燥根和根茎, 为传统名贵中药, 药食同源, 主产于中国东北地区、朝鲜半岛及日本^[1]。人参始载于《神农本草经》, 被列为上品, 谓之“味甘微寒, 主补五脏, 安精神, 定魂魄, 止惊悸, 除邪气, 明目, 开心益智, 久服轻身延年”。经现代医学和药理研究表明, 人参皂苷为人参的主要有效成分, 此外, 人参中含有多糖、有机酸、生物碱、黄酮、

甾醇以及木质素等多种化学成分。具有增强记忆力、提高免疫力、改善心血管^[2]、延缓衰老、保肝护肝^[3]、抗肿瘤^[4-5]等多种药理作用。

中药多成分、多功效的特点, 决定着单一成分难以表达中药质量, 目前, 《中国药典》2015 年版记载人参药材的质量控制以人参皂苷 Rg₁、Re、Rb₁ 三者含量评价。有文献报道从人参中分离鉴定出 53 个人参皂苷, 其中, 人参皂苷 Rb₁、Rb₂、Rc、Rd、

收稿日期: 2017-12-05

基金项目: 四川省中医药管理局其他中医药支出项目 (210069); 国家中医药管理局国家中药标准化项目 (ZYBZH-Y-SC-41)

作者简介: 刘小妹 (1994—), 女, 在读硕士, 研究方向为中药新制剂、新工艺和新技术。Tel: 13548189067 E-mail: 1461022484@qq.com

*通信作者 宋英, 教授, 硕士生导师, 从事中药新制剂、新工艺和新技术方向的研究。Tel: (028)87783251 E-mail: songying624@163.com

Re、Rg₁ 的含量占人参总皂苷的 90% 以上, 为主要成分, 皆是人参质量标准的标识物^[6]。但多指标评价模式存在对照品消耗量大、且部分人参单体皂苷对照品分离难度大、价格昂贵、不易获得, 因此本实验引入了一测多评 (QAMS) 的多指标成分质量评价模式, 即以样品中某成分 (价廉、易得) 为参照物, 建立该成分与其他成分间的相对校正因子, 通过相对校正因子对其他成分定量, QAMS 即能实现多指标成分的同时测定, 又能为解决对照品短缺提供新思路, 降低检验成本, 目前, 《中国药典》2015 年版已收载黄连及丹参的 QAMS, 本实验实现人参药材的 QAMS, 为人参药材质量评价方法的完善提供参考。

1 材料

1.1 仪器

安捷伦 Agilent-1260 高效液相色谱仪 (配置四元泵、DAD 检测器、在线脱气装置、美国安捷伦科技有限公司); OpenLAB 色谱工作站; BP-211D 十万分之一电子天平 (赛多利斯科学仪器有限公司); 电子恒温水浴锅 (广东省汕头市医用设备厂有限公司)。

1.2 试药

人参皂苷 Rg₁ (Rg₁, 批号 110703-201128, 质量分数 100%)、人参皂苷 Re (Re, 批号 110754-201324, 质量分数 92.7%)、人参皂苷 Rb₁ (Rb₁, 批号 110704-201424, 质量分数 93.7%) 购于中国食品药品检定研究院, 人参皂苷 Rc (Rc, 批号 11021-14-0, 质量分数 99.14%)、人参皂苷 Rb₂ (Rb₂, 批号 11021-13-9, 质量分数 98.5%)、人参皂苷 Rd (Rd, 批号 52705-93-8, 质量分数 98.54%) 购于成都植标化纯生物技术有限公司; 人参片购于四川新荷花中药饮片股份有限公司, 批号为 1704093、1705081、1703067, 经成都中医药大学附属医院药剂科副主任中药师盛蓉鉴定为人参 *Panax ginseng* C. A. Mey.; 乙腈、甲醇、磷酸为色谱纯; 水为自制超纯水; 其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Phenomenex Luna C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 检测波长为 203 nm; 柱温为 25 °C; 体积流量为 1.0 mL/min; 进样量 10 μL; 流动相乙腈 (A)-0.1% 磷酸水 (B) 梯度洗脱 (0~30 min, 19%A; 30~40 min, 19%~24%A; 40~50 min, 24%~27%A; 50~65 min, 27%~30%A; 65~90 min, 30%~34%A; 90~95 min, 34%~40%A); 在此色谱条件下, 各成分分离度良好, HPLC 色谱图见图 1。

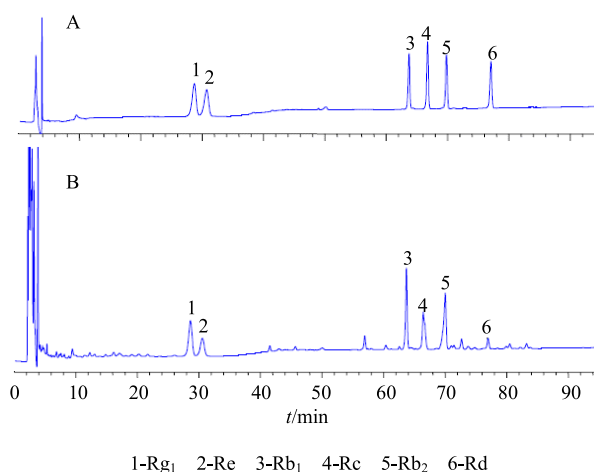


图 1 混合对照品 (A) 和人参供试品 (B) 的 HPLC 图谱
Fig. 1 HPLC spectrum of mixed reference substances (A) and samples (B)

2.2 对照品溶液的制备

精密称取 Rg₁ 6.33 mg、Re 15.55 mg、Rb₁ 13.46 mg、Rc 14.02 mg、Rb₂ 11.39 mg、Rd 12.01 mg 分别置于 10 mL 量瓶中, 加甲醇溶解稀释至刻度, 摇匀, 即得对照品储备液, 分别精密吸取上述对照品储备液 3、2、1、1、1、1 mL 置于 10 mL 量瓶中, 加甲醇溶解定容, 配制成含 Rg₁ 189.9 μg/mL、Re 288.3 μg/mL、Rb₁ 126.1 μg/mL、Rc 139.0 μg/mL、Rb₂ 112.2 μg/mL、Rd 118.3 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备^[7]

取本品粉末 (过 4 号筛) 约 1 g, 置索氏提取器中, 加三氯甲烷加热回流 3 h, 弃去三氯甲烷液, 药渣挥干溶剂, 连同滤纸筒移入 100 mL 锥形瓶中, 精密加水饱和和正丁醇 50 mL, 密塞, 放置过夜, 超声处理 (功率 250 W, 频率 50 kHz) 30 min, 滤过, 弃去初滤液, 精密量取续滤液 25 mL, 置蒸发皿中蒸干, 残渣加甲醇溶解并转移至 10 mL 量瓶中, 加甲醇稀释至刻度, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系考察 精密吸取 “2.2” 项下混合对照品溶液 5、10、12、15、17、20 μL 注入液相色谱仪中, 按 “2.1” 项下色谱条件, 测定色谱峰峰面积, 以对照品进样量为横坐标 (X), 峰面积积分值为纵坐标 (Y), 绘制标准曲线, 结果表明各成分进样量在相应的线性范围内线性关系良好, 结果见表 1。

表 1 6 个成分回归方程与线性范围

Table 1 Regression equations and linear ranges of six components

成分	回归方程	<i>r</i>	线性范围/ μg
Rg ₁	$Y=223.02 X+14.609$	0.999 0	0.949 5~3.798 0
Re	$Y=115.23 X+37.624$	0.999 0	1.441 0~5.766 0
Rb ₁	$Y=233.49 X+2.191 4$	0.999 6	0.630 6~2.522 0
Rc	$Y=270.62 X-3.039$	0.999 7	0.695 0~2.780 0
Rb ₂	$Y=281.65 X-16.973$	0.999 2	0.560 9~2.244 0
Rd	$Y=259.09 X-16.26$	0.999 2	0.591 7~2.367 0

2.4.2 精密度试验 精密吸取混合对照品溶液 10 μL , 1 d 内连续进样 6 次, 按“2.1”项下色谱条件下, 测定 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂、Rd 峰面积, 得出日内精密度 RSD 值分别为 1.35%、1.09%、0.70%、0.92%、0.86%、1.02% ($n=6$); 连续进样 3 d, 每天进样 6 次, 记录峰面积, 得出日间精密度 RSD 值分别为 1.37%、1.49%、0.77%、1.02%、0.93%、1.33% ($n=6$), 表明仪器精密度良好。

2.4.3 稳定性试验 取同一供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件, 分别于 0、2、4、8、10、12 h 进样, 测得 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂、Rd 峰面积 RSD 值分别为 1.60%、1.52%、0.79%、0.53%、1.07%、1.09% ($n=6$), 表明供试品溶液在室温放置 12 h 基本稳定。

2.4.4 重复性试验 取同一批次的人参药材 (批号 1704093) 1 g, 精密称定, 平行称取 6 份, 按“2.3”项下操作, 上述色谱条件下测定, 测得 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂、Rd 质量分数的 RSD 值分别为 1.73%、1.09%、0.69%、0.85%、0.95%、1.07% ($n=6$), 表明该方法重复性良好。

2.4.5 加样回收率试验 精密称定已测定的人参粉末 0.5 g (相当于含 Rg₁ 2.312 mg、Re 2.193 mg、Rb₁ 2.365 mg、Rc 1.599 mg、Rb₂ 2.019 mg、Rd 0.592 mg) 共 6 份, 分别加入对照品溶液 (Re 1.441 5 mg/mL、Rb₁ 1.261 2 mg/mL 和 Rb₂ 1.121 9 mg/mL 各 2 mL, Rg₁ 0.633 mg/mL、Rc 1.389 9 mg/mL、Rd 0.118 3 mg/mL 分别加 4、1、5 mL), 使加入量与 0.5 g 样品中各成分含量相当, 按“2.3”项下方法制备, “2.1”项下方法分析, 测定峰面积, 计算回收率及 RSD 值, 结果 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂、Rd 回收率平均值分别为 96.91%、97.26%、96.94%、97.24%、97.02%、96.01%, RSD 值分别为 1.47%、0.76%、1.95%、1.74%、1.01%、2.08%。

2.5 相对校正因子的建立

采用多点校正法, 即以多点计算所得的相对校正

因子 (f_{is}), 取平均值作为定量用 f_{is} ^[8]。计算公式如下。

$$f_{is}=f_i/f_s=(A_i\times C_s)/(A_s\times C_i)$$

A_s 为内参物峰面积, C_s 为内参物浓度; A_i 为待测成分峰面积, C_i 为待测成分浓度

精密吸取“2.2”项下混合对照品溶液 5、10、12、15、17、20 μL 注入液相色谱仪中, 记录峰面积, 分别以 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂、Rd 为参照物, 计算其他 5 个成分 f_{is} , 取其平均值作为各自的 f_{is} , 结果显示, 以 Rb₁ 为参照物时, RSD 均小于 5%, 相对校正因子较为稳定, 因此选择以 Rb₁ 作为参照物。

2.6 f_{is} 耐用性评价

2.6.1 不同高效液相色谱柱对 f_{is} 的影响 本实验在 Agilent 1260 高效液相色谱仪上进行, 考察了 3 种不同品牌的色谱柱 Phenomenex Luna C₁₈ 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm)、Agilent ZORBAX SB-C₁₈ 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm)、Kromasil C₁₈ 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm) 对 f_{is} 的影响, 结果见表 2。各成分在不同色谱柱上的 f_{is} 的 RSD 均小于 5%, 表明不同色谱柱对相 f_{is} 无明显差异。

2.6.2 不同色谱柱柱温对 f_{is} 的影响 实验采用 Agilent 1260 高效液相色谱系统, Phenomenex Luna C₁₈ 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μm), 精密吸取混合对照品溶液 5、10、12、15、17、20 μL 。考察不同柱温 (20、25、28、30 $^{\circ}\text{C}$) 对 f_{is} 的影响, 结果显示, f_{is} 无显著性差异, RSD<3%, 结果见表 3。

2.6.3 不同流动相体积流量对 f_{is} 的影响 实验考察了不同体积流量 (0.8、1.0、1.3 mL/min) 对 f_{is} 的影响, 精密吸取混合对照品溶液 5、10、12、15、17、20 μL 注入液相色谱仪中, 记录峰面积。各成分 f_{is} 的 RSD 均<3%, 表明不同体积流量对各成分 f_{is} 无显著影响, 结果见表 4。

2.7 待测成分色谱峰的定位

QAMS 旨在通过某一参照物峰实现对其他待测色谱峰的准确定位, 常规方法通过相对保留时间 (t_{is})

或保留时间差 ($\Delta t_{i/s}$) 定位, 本实验通过考察在不同色谱柱中各待测色谱峰与参照物峰的 $t_{i/s}$ 及 $\Delta t_{i/s}$ 进行各成分定位。结果表明 $\Delta t_{i/s}$ 波动幅度较大, RSD 大于 5%, 相比而言, $t_{i/s}$ 的 RSD 小, 对色谱峰定位较

为稳定, 可利用 $t_{i/s}$ 并结合待测成分吸收波长正确判断待测成分峰的位置。实验所得 Rb_1 与 Rg_1 、 Re 、 Rc 、 Rb_2 、 Rd 的 $t_{i/s}$ 为 0.430、0.463、1.047、1.096、1.209, 可供参考, 结果见表 5、6。

表 2 不同色谱柱对 $f_{i/s}$ 的影响Table 2 Effect of different chromatographic columns on $f_{i/s}$ value

色谱柱	f_{Rg/Rb_1}	f_{Re/Rb_1}	f_{Rc/Rb_1}	f_{Rb_2/Rb_1}	f_{Rd/Rb_1}
Phenomenex Luna C ₁₈	0.983	0.541	1.143	1.139	1.065
Agilent ZORBAX SB-C ₁₈	0.897	0.493	1.128	1.069	0.972
Kromasil C ₁₈	0.917	0.518	1.138	1.079	1.049
平均值	0.932	0.517	1.136	1.096	1.029
RSD/%	4.830	4.640	0.670	3.460	4.830

表 3 不同柱温对 $f_{i/s}$ 的影响Table 3 Effect of different columns temperatures on $f_{i/s}$ value

柱温/°C	f_{Rg/Rb_1}	f_{Re/Rb_1}	f_{Rc/Rb_1}	f_{Rb_2/Rb_1}	f_{Rd/Rb_1}
20	0.974	0.557	1.200	1.131	1.074
25	0.983	0.541	1.143	1.139	1.065
28	0.976	0.544	1.195	1.122	1.059
30	0.968	0.553	1.187	1.124	1.043
平均值	0.975	0.549	1.181	1.129	1.060
RSD/%	0.630	1.370	2.210	0.680	1.230

表 4 不同流动相体积流量对 $f_{i/s}$ 的影响Table 4 Effect of different flow rates on $f_{i/s}$ value

体积流量/(mL·min ⁻¹)	f_{Rg/Rb_1}	f_{Re/Rb_1}	f_{Rc/Rb_1}	f_{Rb_2/Rb_1}	f_{Rd/Rb_1}
0.8	0.964	0.541	1.140	1.132	1.112
1.0	0.983	0.541	1.143	1.139	1.065
1.3	0.981	0.519	1.151	1.167	1.085
平均值	0.976	0.534	1.145	1.146	1.087
RSD/%	1.070	2.380	0.500	1.620	2.170

表 5 不同色谱柱 $t_{i/s}$ 比较

Table 5 Relative retention values measured in different chromatographic columns

色谱柱	t_{Rg/Rb_1}	t_{Re/Rb_1}	t_{Rc/Rb_1}	t_{Rb_2/Rb_1}	t_{Rd/Rb_1}
Phenomenex Luna C ₁₈	0.432±0.003	0.463±0.005	1.047±0.000	1.097±0.001	1.210±0.002
Agilent ZORBAX SB-C ₁₈	0.415±0.003	0.453±0.004	1.046±0.001	1.095±0.001	1.201±0.001
Kromasil C ₁₈	0.442±0.007	0.472±0.008	1.047±0.001	1.096±0.002	1.209±0.005
RSD/%	3.180	2.050	0.060	0.090	0.410

表 6 不同色谱柱 $\Delta t_{i/s}$ 比较

Table 6 Difference values of retention time measured in different chromatographic columns

色谱柱	$\Delta t_{Rg/Rb_1}$	$\Delta t_{Re/Rb_1}$	$\Delta t_{Rc/Rb_1}$	$\Delta t_{Rb_2/Rb_1}$	$\Delta t_{Rd/Rb_1}$
Phenomenex Luna C ₁₈	-36.104±0.240	-34.145±0.325	3.002±0.026	6.14±0.046	13.348±0.077
Agilent ZORBAX SB-C ₁₈	-38.141±0.233	-36.941±0.250	2.731±0.042	5.718±0.082	12.073±0.090
Kromasil C ₁₈	-35.169±0.640	-33.328±0.657	2.957±0.058	6.073±0.100	13.196±0.218
RSD/%	-4.170	-5.440	5.010	3.790	5.410

2.8 QAMS 与外标法的测定结果比较

取 3 批人参药材粉末 1 g, 按“2.3”项下供试品制备方法, “2.1”项下方法分析, 采用 QAMS 与外标法分别计算各成分含量, QAMS 定量计算公式如下。

$$w_i = (w_s \times A_i) / (f_{is} \times A_s)$$

A_s 为参照物峰面积, w_s 为参照物量; A_i 为待测成分峰面积,

w_i 为待测成分量; f_{is} 为参照物与待测成分相对校正因子

将 QAMS 计算值与外标法实测值进行配对 t 检验比较, 见表 7。分析得配对对子的差值有统计学意义, 可认为 QAMS 计算值与外标法实测值无显著差异, QAMS 法可以代替外标法进行多成分质量评价。

表 7 外标法与 QAMS 测定人参中 6 个成分含量比较

Table 7 Comparison on contents of six components by external standard methods and QAMS

批号	Rb ₁ /%	Rg ₁ /%		Re/%		Rc/%		Rb ₂ /%		Rd/%	
	(外标法)	外标法	QAMS	外标法	QAMS	外标法	QAMS	外标法	QAMS	外标法	QAMS
1704093	4.730	4.623	4.496	4.385	4.568	3.198	3.168	4.038	4.021	1.185	1.157
1705081	4.764	4.650	4.490	4.377	4.544	3.181	3.161	4.028	4.020	1.182	1.162
1703067	4.709	4.647	4.512	4.389	4.572	3.217	3.178	4.039	4.022	1.173	1.151
P 值		0.005		0.052		0.033		0.043		0.010	

3 讨论

3.1 色谱条件的选择

本实验同时建立人参药材中 6 个成分的高效液相色谱条件, 分别考察了以乙腈-水、乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相, 结果发现以乙腈-水为流动相时, 基线漂移, 分离效果不好, 对检测造成干扰; 乙腈-0.1%磷酸水为流动相时, 达到分离效果, 基线平稳且各成分峰形较好, 人参皂苷本身处于紫外末端吸收, 乙腈-水为流动相时基线噪音波动大, 加入少量磷酸, 可有效地降低基线噪音。故选择以乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相。

3.2 参照物的选择

以 Rb₁ 为参照物时, 各成分的相对校正因子的 RSD 均小于 5%, 较稳定。分析不同柱温、不同体积流量、不同品牌 C₁₈ 色谱柱进行耐用性验证, RSD 小于 5%, 说明重现性较好。

从图 1 中可以看出, Rb₁ 峰形对称, 分离效果较其他成分好, 且出峰时间适中。Rb₁ 价廉易得、性质稳定。故以此为参照物, 计算其他 5 个成分含量体现 QAMS 快速、简便、经济等优点。

3.3 人参 QAMS 质量评价

《中国药典》2015 年版规定, 人参质量评价以 Rg₁、Re、Rb₁ 作为质量控制指标, 其含量测定项下规定, Rg₁ 和 Re 的总量不得少于 0.3%, Rb₁ 不得少于 0.2%。本实验将 QAMS 法运用于人参药材的质量控制中, 选择其中 6 个主要成分作为考察对象,

以 Rb₁ 为参照物, 利用 t_{is} 对其他成分色谱峰进行定位, 外标法测定内标物含量, 参考所得的 f_{is} 实现对其他成分的含量测定, 实验所得含测值远超市药典限度。 t 检验结果表明 2 种方法无显著性差异, QAMS 可代替多成分同时测定法, 利用成分含量(浓度或质量)与检测器响应值成正比特性, 用一个对照品即可实现多成分的含量测定, 本法既可解决对照品难以获得、使用量大等问题, 又可降低检测成本, 并能科学全面地控制人参药材的质量评价。

参考文献

- [1] 匡海学. 中药化学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2014.
- [2] 王 巍, 苏光悦, 胡婉琦, 等. 近 10 年人参皂苷对心血管疾病的药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2016, 47(20): 3736-3741.
- [3] 李晓宇, 李 晶, 王一博, 等. 人参皂苷对酒精性肝损伤的保护作用研究 [J]. 药物评价研究, 2015, 38(5): 512-515.
- [4] 宋 齐. 人参化学成分和药理作用研究进展 [J]. 人参研究, 2017, 29: 47-54.
- [5] 赵 琛, 苏光悦, 赵余庆. 人参皂苷及其衍生物抗结肠癌作用及机制的研究进展 [J]. 中草药, 2015, 46(16): 2477-2483.
- [6] 杨鑫宝, 杨秀伟, 刘建勋. 人参中皂苷类化学成分的研究 [J]. 中国现代中药, 2013, 15(5): 349-358.
- [7] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [8] 喻欢欢, 钟 猛, 丁 锐, 等. 一测多评法测定玄参中 7 种有效成分的含量 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(14): 2719-2742.