

甘肃不同产地红芪中主要功效成分及有益元素含量的研究

寇 帅¹, 刘小云², 李拥军², 程 妍^{2*}

(1. 沈阳师范大学粮食学院, 沈阳 110034; 2. 甘肃省疾病预防控制中心, 兰州 730020)

摘 要: **目的** 比较甘肃省渭源县、漳县、宕昌县、陇西县和武都县等 5 个产区的红芪样品中主要功效成分总黄酮、总皂甙、总多糖以及 9 种有益无机元素含量, 并分析这些成分与产地之间的关系。**方法** 参照保健食品中功效成分的检测方法对红芪中总黄酮、总皂甙和总多糖的含量进行测定; 参考《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》方法测定红芪中无机元素的含量。**结果** 所采 5 个产区的红芪样品中总黄酮含量漳县最低(0.935 mg/100 g), 渭源县最高(3.115 mg/100 g); 总多糖含量宕昌县最低(0.078 mg/g), 陇西县最高(0.462 mg/g); 总皂甙含量渭源县最低(1.503 mg/100 g), 陇西县最高(1.600 mg/100 g)。Ca 和 Mg 的含量均是武都县较高, 分别为 6960.389 mg/kg 和 2526.444 mg/kg; 比较其余元素发现, Sr 在陇西样品中含量较高, 均值为 82.017 mg/kg, 宕昌县样品含量最低, 均值为 31.500 mg/kg。5 个县区之间红芪中总黄酮与总多糖含量含量有统计学差异($P < 0.05$), 总皂甙含量无统计学差异($P > 0.05$)。Mg、Mo、Sr 在 5 个县区之间存在统计学差异($P < 0.05$), 其他 6 种元素含量无统计学差异($P > 0.05$)。**结论** 不同产区红芪中总黄酮、总皂甙、总多糖含量和 9 种有益无机元素含量存在一定的差异, 武都县和陇西县样品的质量优于渭源、漳县和宕昌等 3 个县区, 可为红芪资源的进一步开发利用提供参考依据。

关键词: 甘肃; 红芪; 产地; 功效成分; 有益元素; 含量

Study on main functional components and content of beneficial elements in *Hedysari radix* from different producing areas in Gansu

KOU Shuai¹, LIU Xiao-Yun², LI Yong-Jun², CHENG Yan^{2*}

(1. Grain College, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China; 2. Center for Disease Control and Prevention of Gansu Province, Lanzhou 730020, China)

ABSTRACT: Objective To compare the main efficacy components such as total flavonoids, total saponins, total polysaccharides and 9 kinds of beneficial inorganic element content of *Hedysari radix* from 5 different origins in Gansu, including Weiyuan, Zhang, Dangchang, Longxi and WuDu county and analyze the relationship between the content and the origin areas. **Methods** The content of total flavonoids, total saponins and total polysaccharides was determined according to the detection methods of functional components in health foods. The content of inorganic elements in *Radix Hedysari* was determined according to the *National manual for risk monitoring of food*

基金项目: 甘肃省卫生行业科研计划项目(GSWSKY-2015-95)

Fund: Supported: Scientific Research Project of Health Industry in Gansu Province (GSWSKY-2015-95)

*通讯作者: 程妍, 硕士, 副主任技师, 主要研究方向为食品及保健食品检验。E-mail: 83848140@qq.com

*Corresponding author: CHENG Yan, Master, Deputy Chief Technician, Center for Disease Control and Prevention of Gansu Province, No.335, Duanjiatan Road, Chengguan, Lanzhou 730020, China. E-mail: 83848140@qq.com

contaminants and harmful factors. **Results** Total flavonoids content in *Radix Hedysari* samples from 5 origin areas was the lowest (0.935 mg/100 g) in Zhang county and the highest (3.115 mg/100 g) in Weiyuan county. Total polysaccharide content in Dangchang was the lowest (0.078 mg/g), and in Longxi was the highest (0.462 mg/g). The total saponin content was the lowest (1.503 mg/100 g) in Weiyuan county and the highest (1.600 mg/100 g) in Longxi county. The samples from Wudu county had higher content of Ca and Mg, with 6960.389 mg/kg and 2526.444 mg/kg, respectively. Compared with other elements, the content of Sr in Longxi sample was higher, with 82.017 mg/kg in average, which was the lowest in Dangchang county, with 31.500 mg/kg in average. The content of total flavonoids and total polysaccharides in *Hedysari radix* were significantly different among the 5 counties ($P<0.05$), but the content of total saponins had no significant difference ($P>0.05$). There were significant differences in Mg, Mo and Sr among the 5 counties ($P<0.05$), but no significant differences in the other 6 elements ($P>0.05$). **Conclusion** There are some differences in the content of total flavonoids, total saponins, total polysaccharides and 9 kinds of beneficial inorganic elements in different origin areas of *Hedysari radix*. The quality of samples in Wudu and Longxi county is better than those in Weiyuan, Zhang and Dangchang county, which can provide reference for further development and utilization of *Hedysari radix* resources.

KEY WORDS: Gansu; *Hedysari radix*; origin areas; functional ingredients; beneficial elements; content

1 引言

红芪 (*Hedysari radix*) 为豆科植物多序岩黄芪 (*Hedysarum polybotrys* Hand) 的干燥根。具有补气升阳, 固表止汗, 利水消肿, 生津养血, 行滞通痹, 托毒排脓, 敛疮生肌之功效。近年来, 随着人们生活水平的提高, 保健意识也在逐步增强, 红芪被广泛应用于保健品和家庭药膳中^[1]。红芪中的主要功效成分有黄酮、多糖及皂甙, 黄酮可促进机体抗氧化性和清除自由基的能力, 具有保护心血管系统、促进机体免疫机能、保护肝脏、抗菌等作用^[2-4]。多糖是由 7 个以上单糖分子由糖苷键组成的高分子碳水化合物, 具有调节机体免疫力、抗病毒、抗癌、抗疲劳、降血糖及抗衰老等作用^[5,6]。皂甙又称皂素, 具有抗菌的活性或调节机体免疫力、解热、抗疲劳、抗癌等有价值的生物活性^[7,8]。此外红芪中还含有丰富的人体必需的有益元素, 这些元素具有维持机体酸碱平衡和正常渗透压的作用, 同时也作为酶活化剂的组成成分^[9], 且生物体所需的各种有益元素均以无机盐的形式由外界获得^[10]。目前已有研究表明红芪中的 Al、Mn、Cu、Zn、Mo 等 5 种微量元素对大多数食用人群不存在非致癌健康风险^[11]。另有研究表明红芪提取物对环磷酰胺致免疫力低下的小鼠, 可增强其机体的非特异性免疫和特异性细胞免疫功能, 推测多糖是其对抗环磷酰胺免疫抑制作用的主要活性部位^[12]。

红芪作为甘肃省特色产品, 集中分布于甘肃南部地区。本研究选取甘肃省渭源县、漳县、宕昌县、陇西县和武都县等 5 个产区的红芪为研究对象, 分析其中的主要功效成分总多糖、总皂甙、总黄酮以及 9 种有益元素锂(Li)、钙(Ca)、镁(Mg)、钴(Co)、锌(Zn)、硒(Se)、钼(Mo)、锰(Mn)

和锶(Sr)的含量与不同产地间的关系, 为红芪的营养产品开发、规范化种植选址以及资源的合理利用提供参考依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

2.1.1 仪器

UV-2450 紫外分光光度计(日本岛津公司); WH-861 漩涡混匀器(上海精科公司); KH500DB 型数控超声波清洗器(江苏昆山市超声仪器有限公司); Centrifuge 5804R 离心机(德国 Eppendorf 公司); Thermo Elemental X2 ICP-MS(美国 Thermo 公司); UltraWAVE 超级微波消解平台(意大利 Milestone 公司); FA2004 电子分析天平(上海沪粤明科学仪器有限公司)。

2.1.2 试剂

mberlite-XAD-2 大孔树脂(美国 Sigma 化学公司); 人参皂甙(纯度 99%, 中国药品生物制品检定所); 芦丁标准品(纯度 99%, 德国 AugSburg-germany 公司); 21 种元素混标、8 元素混合内标标准溶液(1000 $\mu\text{g/mL}$, 国家标准物质中心); 调谐液 Tune A((10 \pm 0.1) $\mu\text{g/L}$, 美国 Thermo 公司); 本实验中所用的水均为超纯水(电阻率 18.2 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$)。

2.1.3 样品的采集及前处理

甘肃道地药材红芪主要分布于陇南、定西地区, 选择种植面广产量高的宕昌、渭源、武都、陇西、漳县等 5 个县进行采集, 2015 年 8 月共采购样品 48 份, 其中宕昌 3 份, 渭源 4 份, 武都 18 份, 陇西 12 份, 漳县 11 份, 产地信息见下表 1。48 份样品均经甘肃省药品检验研究院鉴定, 符合中华人民共和国药典(2015 版)^[13]要求。

红芪采购后, 用自来水冲洗泥土, 再用蒸馏水清洗,

然后自然晾干, 粉碎均匀备用。

2.2 实验方法

2.2.1 总黄酮测定

依据《保健食品检验与评价技术规范》(卫生部 2003 年版)^[14]中规定的保健食品中总黄酮的测定方法进行测定。

操作方法及步骤: 称取 1.000 g 的样品用乙醇定容至 25 mL, 超声提取 20 min, 再用聚酯酰胺粉吸附层析最后用甲醇洗脱黄酮, 并用甲醇定容至 25 mL 于 360 nm 波长处测定吸光值。同时以芦丁为标准品, 绘制标准曲线, 求回归方程, 计算试样中总黄酮的含量。

2.2.2 总皂甙测定

依据《保健食品检验与评价技术规范》(卫生部 2003 年版)中规定的保健食品中总皂甙的测定进行测定。

2.2.3 多糖测定

依据王光亚著《保健食品功效成分检测方法》^[15]第二章保健食品功效成分检测方法一, 粗多糖的测定方法进行。

2.2.4 元素的测定

参考《国家食品污染物和有害因素风险监测工作手册》^[16]对红芪中锂(Li)、钙(Ca)、镁(Mg)、钴(Co)、锌(Zn)、硒(Se)、钼(Mo)、锰(Mn)和锶(Sr)等 9 种无机元素进行测定。

2.2.5 统计学分析

将检测数据输入 Excel2003, 用 SPSS19.0 进行统计分析, 以 $P < 0.05$ 为差异显著。

3 结果与分析

3.1 甘肃不同产地红芪中主要功效成分的含量

甘肃不同产地红芪中主要功效成分的含量见表 1。对甘肃省不同产地红芪中主要功效成分的测定结果表明, 总多糖的含量最为丰富, 在红芪功效成分中占比在 63.5%~90.8%之间, 总多糖含量陇西县最高(0.462 mg/g), 宕昌县最低(0.078 mg/g), 这可能由于陇西县处于中纬内陆,

气候干燥、日照充足从而更有利于多糖在植物体内贮存; 总黄酮含量渭源县最高(3.115 mg/100 g), 漳县最低(0.935 mg/100 g); 总皂甙含量渭源县最低(1.503 mg/100 g), 陇西县最高(1.60 mg/100 g)。

比较 5 个县区红芪中 3 种功效成分之间含量是否有差异, 经秩和检验发现, 5 个县区的红芪中总黄酮含量有统计学差异($X^2=13.25, P < 0.05$), 总多糖含量有统计学差异($X^2=10.31, P < 0.05$), 总皂甙含量无统计学差异($X^2=1.98, P > 0.05$)。

表 1 甘肃不同产地红芪中总黄酮、总多糖和总皂甙含量测定结果($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Determination of total flavone, polysaccharide and saponin in *Radix hedysari* from different producing areas in Gansu ($\bar{x} \pm s$)

采样地区	总黄酮含量 /(mg/100 g)	总多糖含量 /(mg/g)	总皂甙含量 /(mg/100 g)
宕昌县	2.913±0.081	0.078±0.057	1.570±0.153
漳 县	0.935±0.759	0.344±0.146	1.530±0.343
渭源县	3.115±0.213	0.171±0.077	1.503±0.759
武都县	2.945±0.190	0.282±0.235	1.570±0.287
陇西县	3.055±0.262	0.462±0.194	1.600±0.574

3.2 甘肃不同产地红芪中无机元素的含量

不同产地红芪中无机元素的含量见表 2。可知 5 个县区的红芪样品中, 武都县和陇西县的无机元素含量最为丰富。武都县样品中 Ca、Mg 的含量均高于其余 4 个县区, 分别为 6960.389、2526.444 mg/kg; 陇西县样品中 Zn、Mn 的含量均高于其余 4 个县区, 分别为 23.450、15.311 mg/kg。经秩和检验发现, Mg 元素在地区之间存在统计学差异($X^2=16.15, P < 0.05$), Mo 元素在地区之间存在统计学差异($X^2=20.89, P < 0.05$)。比较其余各元素, 含量较高的是 Sr 元

表 2 甘肃不同产地红芪中无机元素含量测定结果($\bar{x} \pm s, \text{mg/kg}$)

Table 2 Determination of inorganic elements in *Radix hedysari* from different producing areas in Gansu ($\bar{x} \pm s, \text{mg/kg}$)

元素	采样地区				
	宕昌县	漳 县	渭源县	武都县	陇西县
Li	0.219±0.097	0.375±0.191	0.352±0.104	0.520±0.445	0.386±0.102
Ca	5482±522.7	6045.182±2095.4	6463.5±1315.9	6960.389±2828.7	6341.42±1896.9
Mg	1875±164.0	1858.545±424.8	1858.5±85.9	2526.444±661.5	1956.08±371.7
Co	0.179±0.022	0.203±0.069	0.146±0.041	0.241±0.169	0.176±0.040
Zn	14.63±3.029	19.842±12.210	18.50±5.075	20.133±4.678	23.45±6.191
Se	0.035±0.016	0.015±0.010	0.0214±0.010	0.009±0.011	0.014±0.01
Mo	0.673±0.448	1.196±0.895	2.913±1.537	4.966±2.479	4.298±2.483
Mn	9.323±3.395	10.051±4.619	13.225±2.037	13.450±7.786	15.311±4.291
Sr	31.5±5.643	33.855±15.520	44.85±17.071	75.211±39.138	82.017±33.397

素, 陇西县样品含量为 82.017 mg/kg, 宕昌县样品含量最低, 含量为 31.500 mg/kg, Sr 元素在地区之间存在统计学差异($X^2=15.36, P<0.05$)。其余 4 种元素 Se、Mo、Co 和 Li 在 5 个县样品没有地区差异($P>0.5$)。植物体内的无机元素主要来自于土壤, 武都县具有丰富的矿产资源, 有利于植物根系从土壤中吸取和富集无机元素。

4 结论与讨论

本研究以红芪中主要功效成分和无机元素含量为考察指标, 对甘肃省 5 个县 48 份红芪中总黄酮、总多糖、总皂甙和 9 种有益元素进行比较, 结果表明, 甘肃省道地药材红芪武都县和陇西县的样品中主要功效成分和无机元素含量要优于其余 3 个产区, 可以认为这 2 个产地的红芪品质较优。但红芪中主要功效成分和无机元素的含量以及药效与产地的温湿度、季节、红芪生长年限和植物代谢规律之间的相关性, 还有待进一步研究。

参考文献

- 李俊岳, 强正泽, 李成义. 红芪的本草考证[J]. 中国药房, 2015, 26(34): 4860-4862.
Li JY, Qiang ZZ, Li CY. Textual research on *Radix hedysari* [J]. China Pharm, 2015, 26(34): 4860-4862.
- 杨秀娟, 杨志军, 牛鹏贤, 等. 甘肃不同产地红芪中总黄酮及总多糖含量测定研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2015, 25(2): 79-82.
Yang XJ, Yang ZJ, Niu PX, et al. Content determination of total flavones and polysaccharides in *Hedysari radix* in different producing areas in Gansu province [J]. Chin J Inform Tradit Chin Med, 2015, 25(2): 79-82.
- 杨秀娟, 邵晶, 杨志军, 等. 基于一测多评法测定甘肃红芪中 4 种黄酮类成分[J]. 中国中医药信息杂志, 2017, 24(8): 66-69.
Yang XJ, Shao J, Yang ZJ, et al. Content determination of four flavonoids in *Hedysari radix* in Gansu province based on quantitative analysis of multi-components by single marker [J]. Chin J Inform Tradit Chin Med, 2017, 24(8): 66-69.
- 叶迎, 包强, 王瑞海, 等. 甘肃黄芪和红芪总黄酮含量对比测定方法探索研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23(9): 99-105.
Ye Y, Bao Q, Wang RH, et al. Study on Determination method of total flavonoids in Gansu *Astragali radix* and *Hedysari polybotrys* [J]. Chin J Inform Tradit Chin Med, 2016, 23(9): 99-105.
- 王瑞海, 叶迎, 许京, 等. 甘肃红芪和黄芪总多糖含量测定对比[J]. 环球中医药, 2017, 23(22): 77-85.
Wang RH, Ye Y, Xu J, et al. Total polysaccharides content determination of *Hedysari radix* and *Astragali radix* from Gansu province [J]. Glob Chin Med, 2017, 23(22): 77-85.
- Schepetkin IA, Quinn MT. Botanical polysaccharides: Macrophage immunomodulation and therapeutic potential [J]. Int Immunopharmacol, 2006, 6(3): 317-333.
- 陈茂鑫, 侯敏. 黄芪与红芪化学成分及药理作用研究进展与比较[J]. 中医药导报, 2019, 25(8): 126-128.
Chen MX, Hou M. Comparison of the chemical components and pharmacological actions between Huangqi (*Radix astragali*) and Hongqi (*Radix hedysari*) [J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2019, 25(8): 126-128.
- 叶迎, 包强, 王瑞海, 等. 甘肃黄芪和红芪中总皂苷含量测定对比研究[J]. 环球中医药, 2016, 9(10): 1197-1203.
Ye Y, Bao Q, Wang RH, et al. Comparative study on content of total saponins of *Astragalus* and *Radix hedysari* in Gansu [J]. Glob Chin Med, 2016, 9(10): 1197-1203.
- 李成义, 强正泽, 王燕, 等. 基于 12 种微量元素评价甘肃不同产区红芪质量[J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23 (6): 92-98.
Li CY, Qiang ZJ, Wang Y, et al. Study on quality evaluation of *Hedysari Radix* from different producing areas in gansu province based on the contents of 12 trace elements [J]. Chin J Inform Tradit Chin Med, 2016, 23 (6): 92-98.
- Wang ZY, Zhang PX, Kou YH, et al. *Hedysari* extract improves regeneration after peripheral nerve injury by enhancing the amplification effect [J]. PloS One, 2013, 8(7): e67921.
- 刘小云, 李拥军, 崔琴. 甘肃红芪中 5 种微量元素含量及健康风险分析[J]. 中疾病预防控制中心通报, 2018, 33(1): 8-11.
Liu XY, Li YJ, Cui Q. Analysis of content of five microelements in *Hedysari radix* from Gansu province and their associated health risks [J]. Bull Dis Control Prev (China), 2018, 33(1): 8-11.
- 邵晶, 王志旺, 杜丽东, 等. 红芪不同提取物对环磷酰胺所致免疫低下小鼠的影响及相关成分含量研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2018, 34(6): 698-702.
Shao J, Wang ZW, Du LD, et al. Study of effect on immunocompromised mice induced by cyclophosphamide and the relative compound content of different extracts of *Radix hedysari* [J]. Chin J Clin Pharm, 2018, 34(6): 698-702.
- 中华人民共和国药典(2015 版)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (2015 Edition) [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015.
- 保健食品检验与评价技术规范[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2003. Technical specification for inspection and evaluation of health food [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 2003.
- 保健食品功效成分检测方法[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002. Test method for functional components of health food [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2002.
- 国家食品安全风险评估中心《国家食品污染物和有害因素风险监控工作手册》[Z].
China National Center for Food Safety Risk Assessment *National manual for risk monitoring of food pollutants and harmful factors* [Z].

(责任编辑: 李磅礴)

作者简介



寇 帅, 主要研究方向为食品科学与工程。

E-mail: 1601624181@qq.com



程 妍, 硕士, 副主任技师, 主要研究方向为食品及保健食品检验。

E-mail: 83848140@qq.com