

Determination and Statistical Analysis of 14 Kinds of Elements in Four Kinds of Kidney Tonic Chinese Herbal Medicine

Jia Wu^{1,2*}, Yunxian Li^{3#}, Zhongyi Qian¹, Rui Liu¹

¹Basical of Medcial College, Kunming Medical University, Kunming Yunnan

²College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming Yunnan

³Chemical Engineering College, Southwest Forestry University, Kunming Yunnan

Email: #239193673@qq.com

Received: Jul. 16th, 2018; accepted: Aug. 8th, 2018; published: Aug. 15th, 2018

Abstract

We use the method of factor analysis, variance analysis and correlation analysis to analyze the significance and correlation of difference between the 14 elements in four kinds of Chinese medicinal materials (*Wolfberry*, *Polygonatum*, *Morinda officinalis*, *Cistanche deserticola*). This study will provide a basis for the study of the relationship between trace elements and pharmacodynamics in Chinese medicinal herbs. The sample was prepared with water boiling method and microwave digestion, 14 kinds of trace elements in these (*Wolfberry*, *Polygonatum*, *Morinda officinalis*, *Cistanche deserticola*) herbal medicine was determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). The experimental results showed that the trace elements of microwave digestion method were significantly higher than that of water boiling method, and the content of K, Ca and Na was very high in four kinds of Chinese herbal medicine. The relative standard deviation (RSD) of each element was between 0.15% and 3.65%, and the recovery rate was between 94% and 105.5%. The results showed that the content of 14 trace elements in four kinds of Chinese medicinal herbs could be accurately evaluated. Different extraction methods have significant effects on 14 kinds of trace elements. The trace elements in four kinds of Chinese medicinal herbs have similar characteristics and the content is obviously different. In the future research, the analysis of trace and macro elements in Chinese herbal medicine of tonifying kidney will help to develop new functional fields of trace and macro elements in Chinese medicinal herbs.

Keywords

Boiling Method, Microwave Digestion, ICP-AES, Chinese Herbal Medicine

四种补肾中草药中14种元素的测定及统计分析

吴嘉^{1,2*}, 李云仙^{3#}, 钱忠义¹, 刘锐¹

*第一作者。

#通讯作者。

¹基础医学院, 昆明医科大学, 云南 昆明

²植物保护学院, 云南农业大学, 云南 昆明

³化学工程学院, 西南林业大学, 云南 昆明

Email: #239193673@qq.com

收稿日期: 2018年7月16日; 录用日期: 2018年8月8日; 发布日期: 2018年8月15日

摘要

本文采用因子分析法、方差分析法及相关分析法分析枸杞、黄精、巴戟天、肉苁蓉四种中药材中14种元素差异的显著性和相关性, 为研究中药材微量元素与药效之间的关系提供一定的依据。方法: 采用水煮法和微波直接消解法处理样品, 以电感耦合等离子发射光谱法(ICP-AES)测定了枸杞、黄精、巴戟天、肉苁蓉中14种元素含量。采用因子分析法、方差分析法及相关分析法对测定结果作统计分析, 分析不同补肾中药微量元素差异的显著性和相关性。实验结果表明, 4种中药中K, Ca和Na的含量均较高, 微波消解法提取的微量元素含量明显高于水煮法, 此方法测定各元素的相对标准偏差(RSD)在0.15%~3.65%之间, 加标回收率在94%~105.5%之间, 表明本文测量结果可准确评估四种中药材中14种元素的含量。不同的提取方法对14种元素有显著影响, 四种中药材元素具有相似性, 含量差异明显。未来的研究中通过更多种类补肾中药中各种元素的分析, 将有助于开拓不同元素在中药材中的功能新领域。

关键词

水煮法, 微波消解, ICP-AES, 中草药

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 随着人们对中药需求的不断增加, 中药的研究也逐渐成为热点, 中药的有效成分主要是有机化合物, 如生物碱、皂苷、黄酮、有机酸等, 此外也有研究表明无机成分也是中药的有效成分[1], 如微量元素和宏量元素。中药所含丰富的微量元素含量与中药功能有一定的相关性, 对人类的健康有重要作用[2]。但在相当长一段时间内, 学术界对中药的化学成分研究主要侧重于有机成分, 对中药的微量元素研究不多。近年来随着中药药理学研究的不断深入, 人们认识到微量元素对疾病的防治起着重要作用[3], 中药微量元素的研究逐渐成为新热点[4] [5], 揭示了微量元素在中药功效中确实占有一定的地位。微量元素与活性分子在人体内起着相互协同、互相补充、互相渗透、互相制约的作用, 并参与体内各种生化反应, 促进机体的自身调节, 达到新的阴阳平衡, 从而达到治疗疾病的目的[6] [7]。随着医学与尖端分析技术的发展, 大量研究证明, 许多微量元素皆为机体中构成酶、激素和维生素的重要辅因子, 参与机体的正常代谢, 直接影响机体的生长发育[8] [9] [10] [11]。论文通过不同处理方法处理四种中药材, 利用 ICP-AES 技术测定四种补肾中药材中 14 种微量元素的含量。综合分析四种中药材常见微量元素含量的关系, 利用因子分析等分析方法结合 SPSS16.0 统计软件对中草药微量元素进行分析, 并对各微量元素进行分析比对, 给出四种补肾中药材客观合理的综合评价标准。

2. 实验部分

2.1. 实验材料

枸杞、黄精、巴戟天、肉苁蓉(四种中药材均购买自云南省昆明市福林堂中药饮片有限公司)。

仪器: VISFA-MPX 型电感耦合等离子体发射光谱仪: 美国 Varian 公司; 电热恒温鼓风干燥箱: GZX-GF101-3-BS-II/H, 上海跃进医疗器械有限公司; 电子天平: BS224S, 北京赛多利斯仪器系统有限公司; 微波消解仪: MDS-2002A, 上海新仪微波化学科技有限公司。

试剂: 钙、镁、铁、锌、钾等标准储备溶液(国家钢铁材料测试中心); 硝酸和双氧水为优级纯(国药集团化学试剂有限公司)。

2.2. 实验方法

2.2.1. 样品的制备

水解法制备中药提取液: 准确称取中草药各 2.000 g, 分别放 250 mL 锥形瓶中, 加入 50 mL 超纯水, 放置浸泡 30 min 后, 置于电炉上加热, 加热时间分别为 10 min、20 min、30 min、40 min 取下冷却后, 过滤并定容至 100 mL, 每个处理条件 3 个平行。

微波消解法制备样品: 分别精确称取 0.500 g 中草药样品于聚四氟乙烯罐中, 加 5 ml 浓硝酸, 放到电热板上碳化 15 min, 随后补加 4 ml 浓硝酸和 1 ml H_2O_2 , 然后把聚四氟乙烯罐置于微波消解仪中。按以下步骤进行消解:

- 1) 压力 0.2 MPa 运行 4 min;
- 2) 压力 0.2 MPa 运行 3 min;
- 3) 压力 1.0 MPa 运行 2 min;
- 4) 压力 1.5 MPa 运行 2 min;
- 5) 压力 1.8 MPa 运行 5 min。

消解完成后冷却至室温, 将消解罐中的液体转移到 50 ml 容量瓶中, 用 5%硝酸定容。平行做空白试验。

2.2.2. 微量元素检测

仪器: VISFA-MPX 型电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 VARIAN 公司); 波长范围: 175~785 nm 波长连续覆盖, 完全无断点; 焦距 0.4 m, 中阶梯光栅刻线 97.4 线·mm⁻¹, RF 发生器频率 40.68 MHz; 等离子体输出功率 700~1700 W; 等离子体冷却气 0~22.5 L·min⁻¹可调。其他仪器工作参数如表 1 所示。

2.2.3. 因子分析

因子分析是研究观测变量变动的共同原因和特殊原因, 从而达到简化变量结构的目的。

2.2.4. 方差分析

用变量在各组的均值与该组内变量值之偏差平方和的总和表示, 记作 SS_w , 组内自由度 df_w 。实验

Table 1. Instrument operating parameters

表 1. 仪器工作参数

功率	等离子气流量	辅助气流量	雾化器压力	进样延时	泵速	清洗时间
(kW)	(L/min)	(L/min)	(kPa)	(s)	(rpm)	(s)
1.10	15	15	200	15	15	10

条件, 即不同的处理造成的差异, 称为组间差异。用变量在各组的均值与总均值之偏差平方和表示, 记作 SSb , 组间自由度 dfb 。总偏差平方和 $SST = SSb + SSw$ 。

2.2.5. 相关分析

相关表和相关图可反映两个变量之间的相互关系及其相关方向, 但无法确切地表明两个变量之间相关的程度。相关系数是用以反映变量之间相关关系密切程度的统计指标。相关系数是按积差方法计算, 同样以两变量与各自平均值的离差为基础, 通过两个离差相乘来反映两变量之间相关程度; 着重研究线性的单相关系数。依据相关现象之间的不同特征, 其统计指标的名称有所不同, 用 SPSS 等软件分析[12][13][14], 将反映两变量间线性相关关系的统计指标称为相关系数(相关系数的平方称为判定系数); 将反映两变量间曲线相关关系的统计指标称为非线性相关系数、非线性判定系数; 将反映多元线性相关关系的统计指标称为复相关系数、复判定系数等。

3. 结果与讨论

3.1. 四种补肾中药材微量元素分析

本文采用直接消解法和水煮法提取四种补肾中药内的微量元素, 并检测提取液内 14 种微量元素含量, 结果见表 2~表 5 (注: “-”代表低于检测线)。

从总体上看(表 2、表 3、表 4、表 5)直接消解法提取含量和稳定性优于水煮法。单从提取效率分析, 直接消解法有利于中药微量元素的提取, 但是直接消解法成本高于水解法。水解法提取的四个处理组(水煮 10 min、20 min、30 min、40 min)中, 水煮 30 min 处理组微量元素的提取率高于其它三个处理组, 表明水煮时间与微量元素的提取效率有一定关系。检测的四种中药材的微量元素中: 枸杞的 Fe 含量最高, Cu 含量最低, Mo 含量检测不到; 肉苁蓉的 Fe 含量最高, Cu 含量最低, Mn 和 Mo 含量检测不到。检测的四种中药材的常量元素中: 枸杞的 K 含量最高, P 含量最低; 黄精的 Ca 含量最高, P 含量最低; 巴戟天的 Ca 含量最高, P 含量最低; 肉苁蓉的 Na 含量最高, P 含量最低。由此可见, 四种中药材微量元素中 Fe 和 Cu 含量较高, 常量元素中 K, Ca, Na 含量较高, P 含量最低。

Table 2. The content of 14 elements in *Lycium barbarum*

表 2. 枸杞微量元素含量

元素	直接消解	水煮法				
		10 min	20 min	30 min	40 min	
B	17.711 ± 1.72	4.390 ± 0.81	13.085 ± 1.23	8.423 ± 0.31	3.869 ± 0.38	
Cu	8.530 ± 0.51	0.179 ± 0.02	0.552 ± 0.01	0.123 ± 0.01	0.115 ± 0.01	
Fe	70.216 ± 5.8	-	1.476 ± 0.09	-	0	
Mn	2.163 ± 0.12	-	-	-	0	
Mo	-	-	-	-	0	
微量元素 μg/g	S	40.797 ± 3.21	12.725 ± 0.97	173.972 ± 29.34	25.184 ± 2.11	14.11 ± 1.22
	Si	8.266 ± 0.93	2.839 ± 0.15	4.813 ± 0.98	3.919 ± 0.15	3.407 ± 0.72
	Sr	1.954 ± 0.3	-	-	-	-
	Zn	21.769 ± 1.92	2.464 ± 0.41	7.605 ± 0.49	6.481 ± 0.51	2.045 ± 0.19
	Ca	3.76 ± 0.11	0.29 ± 0.03	0.624 ± 0.04	0.505 ± 0.01	0.279 ± 0.02
	K	12.164 ± 1.82	3.246 ± 0.08	7.388 ± 1.12	6.584 ± 0.29	3.272 ± 0.04
常量元素 mg/g	Mg	1.692 ± 0.1	0.369 ± 0.01	0.865 ± 0.05	0.755 ± 0.03	0.385 ± 0.01
	Na	6.333 ± 0.41	1.649 ± 0.02	3.205 ± 0.02	2.857 ± 0.27	1.416 ± 0.71
	P	1.386 ± 0.15	0.289 ± 0.01	0.756 ± 0.04	0.644 ± 0.04	0.326 ± 0.01

3.2. 不同提取条件对四种中药中 14 种元素提取含量的方差分析

四种中药中常量元素和微量元素用方差分析比较在不同测定方法下微量元素的差异, 测定方法(有 5 个水平): A1——直接消解, A2——水煮 10 分钟后测水溶液, A3——水煮 20 分钟后测水溶液, A4——水煮 30 分钟后测水溶液, A5——水煮 40 分钟后测水溶液, 结果见表 6~表 9。

Table 3. Content of 14 elements in *Polygonatum sibiricum*

表 3. 黄精微量元素含量

元素	直接消解法	水煮法				
		10 min	20 min	30 min	40 min	
微量元素 μg/g	B	12.83 ± 1.12	2.953 ± 0.16	5.803 ± 0.36	9.567 ± 1.73	5.492 ± 0.39
	Cu	6476.67 ± 431.29	-	6433.33 ± 378.37	8.772 ± 1.21	-
	Fe	837.461 ± 27.91	189.278 ± 15.51	333.564 ± 17.48	307.521 ± 23.12	268.696 ± 10.24
	Mn	69.402 ± 5.27	5.655 ± 1.06	21.362 ± 1.69	14.573 ± 1.38	10.858 ± 1.02
	Mo	-	-	-	-	-
	S	31.739 ± 2.18	11.239 ± 1.26	18.367 ± 2.79	16.825 ± 2.81	14.805 ± 1.29
	Si	14.01 ± 1.02	8.432 ± 0.23	15.067 ± 3.56	16.889 ± 1.73	15.054 ± 1.69
	Sr	15.874 ± 1.91	-	-	2.576 ± 0.94	2.145 ± 0.93
	Zn	40.667 ± 3.79	5.976 ± 0.15	13.054 ± 2.71	12.831 ± 1.85	8.907 ± 1.74
	Ca	7.188 ± 0.99	0.978 ± 0.02	2.185 ± 0.95	2.507 ± 0.66	1.752 ± 0.96
常量元素 mg/g	Mg	2.985 ± 0.05	0.977 ± 0.01	1.81 ± 0.28	1.636 ± 0.37	1.41 ± 0.02
	K	4.845 ± 0.71	1.21 ± 0.02	1.989 ± 0.19	2.116 ± 0.28	1.674 ± 0.01
	Na	2.612 ± 0.03	0.11 ± 0.01	0.233 ± 0.01	0.266 ± 0.01	0.241 ± 0.01
	P	0.809 ± 0.05	0.318 ± 0.01	0.559 ± 0.02	0.601 ± 0.01	0.496 ± 0.01

Table 4. The content of 14 elements of *Morinda officinalis*

表 4. 巴戟天微量元素含量

元素	直接消解法	水煮法				
		10 min	20 min	30 min	40 min	
微量元素 μg/g	B	8.556 ± 0.92	1.212 ± 0.02	1.682 ± 0.02	2.465 ± 0.012	2.299 ± 0.021
	Cu	2.276 ± 0.02	-	0.323 ± 0.01	-	-
	Fe	945.025 ± 31.09	-	-	10.397 ± 0.92	11.229 ± 1.04
	Mn	246.493 ± 26.36	7.589 ± 0.03	18.605 ± 0.69	44.062 ± 5.49	32.531 ± 2.68
	Mo	-	-	-	-	-
	S	25.595 ± 3.95	6.227 ± 0.04	6.086 ± 0.57	7.022 ± 1.28	10.27 ± 1.04
	Si	6.371 ± 1.92	4.09 ± 0.02	3.793 ± 0.03	5.749 ± 1.01	5.577 ± 0.95
	Sr	34.03 ± 3.11	-	-	-	-
	Zn	22.519 ± 2.68	2.172 ± 0.21	0.534 ± 0.011	1.771 ± 0.091	3.271 ± 0.27
	Ca	7.672 ± 1.21	0.749 ± 0.01	0.616 ± 0.012	0.776 ± 0.011	0.776 ± 0.021
常量元素 mg/g	K	5.535 ± 0.91	1.206 ± 0.09	1.388 ± 0.011	2.299 ± 0.015	2.136 ± 0.017
	Mg	1.892 ± 0.04	0.24 ± 0.01	0.288 ± 0.021	0.498 ± 0.012	0.484 ± 0.011
	Na	5.631 ± 0.02	1.037 ± 0.04	1.206 ± 0.014	1.672 ± 0.013	1.779 ± 0.018
	P	0.395 ± 0.01	0.086 ± 0.006	0.091 ± 0.011	0.158 ± 0.011	0.164 ± 0.012

由表 6~表 9 可以看出：从提取的含量方面比较，不同方法提取四种中药材中 14 种元素含量差异是极其显著的，直接消解法提取的各种元素的含量除个别元素外均显著高于水煮法。因此，直接消解法提取法优于水煮法。从提取元素含量的稳定性方面比较，直接消解法较水煮法稳定。不同的元素用水煮法提取时，测得最高含量的时间不一定，这就使得操作上难以统一计时，使得试验复杂化。基于以上两点直接消解法提取含量和稳定性优于水煮法。除此之外我们还可以看出这 14 种元素中 Ca 和 Na 元素在水煮法提取过程中随时间变化量小。

Table 5. Contents of 14 elements in *Cistanche deserticola*

表 5. 肉苁蓉微量元素含量

元素	直接消解法	水煮法			
		10 min	20 min	30 min	40 min
B	13.242 ± 1.29	10.957 ± 0.96	5.262 ± 0.94	10.949 ± 1.02	5.173 ± 0.036
Cu	0.041 ± 0.005	-	-	0.011 ± 0.001	-
Fe	146.872 ± 21.79	3.077 ± 0.028	-	4.578 ± 0.031	-
Mn	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-
S	43.928 ± 3.86	32.235 ± 3.91	25.377 ± 1.58	39.206 ± 2.01	25.133 ± 1.99
Si	4.341 ± 0.97	9.743 ± 0.92	7.102 ± 0.98	10.579 ± 1.03	6.472 ± 0.073
Sr	15.344 ± 1.92	2.821 ± 0.05	1.248 ± 0.022	5.395 ± 0.04	1.532 ± 0.012
Zn	18.052 ± 1.23	7.184 ± 0.04	3.899 ± 0.025	5.413 ± 0.037	4.359 ± 0.025
Ca	3.949 ± 0.45	1.85 ± 0.019	1.367 ± 0.014	1.977 ± 0.014	1.228 ± 0.013
K	8.84 ± 0.99	8.88 ± 0.052	3.845 ± 0.021	8.055 ± 0.048	4.354 ± 0.036
Mg	2.442 ± 0.02	1.311 ± 0.011	1.081 ± 0.016	1.779 ± 0.017	1.18 ± 0.011
Na	25.21 ± 1.26	29.071 ± 1.05	21.617 ± 1.96	32.631 ± 2.99	22.02 ± 2.95
P	0.523 ± 0.012	0.236 ± 0.011	0.173 ± 0.013	0.27 ± 0.009	0.199 ± 0.017

Table 6. Analysis of variance of 14 elements in *Lycium barbarum* under different measuring methods

表 6. 不同测定方法对枸杞 14 个元素的方差分析

	A1	A2	A3	A4	A5
B	A	B	A	C	B
Ca	A	B	C	C	B
Cu	A	B	B	B	B
Fe	A	-	B	-	-
K	A	B	C	C	B
Mg	A	B	C	C	B
Mn	A	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-
Na	A	B	C	C	B
P	A	B	C	C	B
S	A	B	C	D	B
Si	A	B	C	B	B
Sr	A	-	-	-	-
Zn	A	B	C	C	B

注：相同大写或小写字母代表差异不显著，不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$)，不同大写字母代表差异极显著($P < 0.01$)；-代表未检测出。

Table 7. Analysis of variance of 14 elements in *Polygonatum sibiricum* by different methods
表 7. 不同测定方法对黄芪 14 个元素的方差分析

	A1	A2	A3	A4	A5
B	A	B	C	D	C
Ca	A	B	C	C	B
Cu	A	-	A	B	-
Fe	A	B	C	C	C
K	A	B	B	B	B
Mg	A	B	C	C	C
Mn	A	B	C	D	D
Mo	-	-	-	-	-
Na	A	B	B	B	B
P	A	B	C	C	C
S	A	B	C	C	b
Si	A	B	A	A	A
Sr	A	-	-	B	B
Zn	A	B	C	C	D

注: 相同大写或小写字母代表差异不显著, 不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$), 不同大写字母代表差异极显著($P < 0.01$); -代表未检测出。

Table 8. Variance analysis of 14 kinds of elements between different determination methods of *Morinda officinalis*
表 8. 不同测定方法组间 14 种元素的方差分析

	A1	A2	A3	A4	A5
B	A	B	B	C	C
Ca	A	B	B	B	B
Cu	A	-	B	-	-
Fe	A	B	C	C	C
K	A	B	B	C	C
Mg	A	B	B	C	C
Mn	A	B	C	D	D
Mo	-	-	-	-	-
Na	A	B	B	B	B
P	A	B	B	C	C
S	A	B	B	B	C
Si	A	B	B	A	A
Sr	A	-	-	-	-
Zn	A	B	C	C	D

注: 相同大写或小写字母代表差异不显著, 不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$), 不同大写字母代表差异极显著($P < 0.01$); -代表未检测出。

3.3. 四种补肾中药的特征元素分析

用因子分析方法[15][16]分析补肾类中药内 14 种微量元素的特征元素, 描述 14 种微量元素间的联系, 结果见表 10~表 12。

由表 10 可以看出, 近 80.1%的相关系数的绝对值大于 0.3, 说明变量之间有良好的相关性, 所以能综合反映这些变量的共同特征的少数公因子变量。

Table 9. Variance analysis of 14 elements in *Cistanche deserticola* under different methods of determination
表 9. 不同测定方法组中 14 种元素的方差分析

	A1	A2	A3	A4	A5
B	A	B	C	B	C
Ca	A	B	B	B	B
Cu	A	-	-	B	-
Fe	A	B	-	B	-
K	A	A	B	A	B
Mg	A	B	B	B	B
Mn	-	-	-	-	D
Mo	-	-	-	-	-
Na	A	B	A	B	A
P	A	B	B	B	B
S	A	B	C	B	C
Si	A	B	c	B	c
Sr	A	B	B	C	B
Zn	A	B	C	D	C

注: 相同大写或小写字母代表差异不显著, 不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$), 不同大写字母代表差异极显著($P < 0.01$); -代表未检测出。

Table 10. Analysis of characteristic elements of various trace elements in Chinese herbal medicine for tonifying kidney
表 10. 补肾中药中各种微量元素的特征元素分析

	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	P	S	Si	Sr	Zn
B	1													
Ca	-0.357	1												
Cu	-0.114	0.605	1											
Fe	-0.457	0.86	0.885	1										
K	0.789	-0.69	-0.694	-0.896	1									
Mg	0.419	0.693	0.418	0.433	-0.021	1								
Mn	-0.994	0.388	0.215	0.53	-0.844	-0.394	1							
Mo	0.787	0.29	0.345	0.137	0.318	0.873	-0.752	1						
Na	0.437	-0.051	-0.686	-0.548	0.681	0.374	-0.522	0.339	1					
P	0.644	-0.289	0.491	0.029	0.206	0.136	-0.564	0.53	-0.406	1				
S	0.832	-0.804	-0.329	-0.727	0.843	-0.153	-0.834	0.333	0.198	0.659	1			
Si	0.111	0.848	0.791	0.799	-0.454	0.875	-0.046	0.692	-0.105	0.234	-0.388	1		
Sr	-0.456	0.737	-0.084	0.355	-0.351	0.429	0.409	-0.035	0.444	-0.823	-0.788	0.346	1	
Zn	0.203	0.677	0.905	0.778	-0.433	0.752	-0.115	0.696	-0.323	0.509	-0.2	0.948	0.039	1

由表 11 可以看出, 前 3 个主因子的累积贡献率达到 100%, 前 3 个因子能解释原始数据 100% 的信息, 因此选取前 3 个主因子来表示原始微量元素在分析样本中的主要信息。选取前三个因子进行成分矩阵和旋转成分矩阵分析。

由表 12 可看出, 第一公因子 F1: 在变量 Ca (0.817)、Cu (0.833)、Fe (0.809)、Mg (0.847)、Si (0.997)、Zn (0.971) 元素上有高的载荷系数, 即变量 Ca、Cu、Fe、Mg、Si 和 Zn 与第一公因子高度正相关, 是 F1 的特征元素。第二公因子 F2: 在变量 B (0.961)、K (0.886)、Mo (0.772)、S (0.779) 元素上有高的载荷系数,

Table 11. Total variance was explained by factor analysis of Chinese herbal medicine for tonifying kidney**表 11.** 补肾类中草药因子分析的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	6.355	45.394	45.394	6.355	45.394	45.394	5.699	40.708	40.708
2	4.856	34.689	80.082	4.856	34.689	80.082	5.249	37.492	78.2
3	2.788	19.918	100	2.788	19.918	100	3.052	21.8	100
4	5.45E-16	3.90E-15	100						
5	3.48E-16	2.49E-15	100						
6	2.95E-16	2.11E-15	100						
7	8.54E-17	6.10E-16	100						
8	6.57E-18	4.70E-17	100						
9	-1.57E-17	-1.12E-16	100						
10	-1.03E-16	-7.39E-16	100						
11	-1.44E-16	-1.03E-15	100						
12	-1.81E-16	-1.29E-15	100						
13	-3.11E-16	-2.22E-15	100						
14	-5.12E-16	-3.66E-15	100						

Table 12. Factor component matrix**表 12.** 因素分量矩阵分析

元素	因子成份矩阵			因子成份旋转矩阵		
	1	2	3	1	2	3
B	-0.56	0.824	0.083	0.124	0.961	-0.245
Ca	0.923	0.159	0.351	0.817	-0.362	0.449
Cu	0.764	0.43	-0.48	0.833	-0.338	-0.439
Fe	0.976	0.127	-0.174	0.809	-0.587	-0.03
K	-0.908	0.312	0.279	-0.464	0.886	0.021
Mg	0.434	0.753	0.494	0.847	0.412	0.336
Mn	0.615	-0.772	-0.161	-0.053	-0.985	0.166
Mo	0.057	0.969	0.24	0.691	0.722	-0.029
Na	-0.422	0.154	0.893	-0.17	0.663	0.729
P	-0.184	0.723	-0.666	0.302	0.411	-0.86
S	-0.851	0.457	-0.259	-0.353	0.779	-0.519
Si	0.759	0.638	0.131	0.997	0.008	0.082
Sr	0.541	-0.265	0.798	0.274	-0.274	0.922
Zn	0.673	0.72	-0.168	0.971	0.025	-0.239

即变量 B、K、Mo 和 S 与第二公因子高度正相关，是 F2 的特征元素。第三公因子 F3：在变量 Na (0.729)、Sr (0.922) 元素上有高的载荷系数，即变量 Na 和 Sr 与第三公因子高度正相关，是 F3 的特征元素。所以可以说明补肾类中药可以提取三个独立的公共因子变量，三个公因子变量从不同方面体现了补肾类中药的本质特征。

3.4. 加标回收实验

选取枸杞进行加标回收实验，评估本次检测分析结果的准确性和可靠性。各待测元素的标准溶液按一定的量分别加入到试验样品中，按消解样品的方法进行消解，重复测定 5 次，按我们的试验方法消解

样品,各元素的相对标准偏差(RSD)在 0.15%~3.65%之间,各元素的回收率在 94%~105.5%之间,表明本文测量结果可准确评估四种中药材中 14 种微量元素的含量。

3.5. 讨论

通过水解法和直接消解法提取四种补肾中药材内 14 种元素含量,结果显示不同的提取方法对 14 种微量元素有显著影响,在低成本前提下水煮 30 min 提取效果最佳,但直接消解法能更真实地反应样品中各元素的含量。因此,本试验认为直接消解法就其提取率和稳定性来说都优于水煮法。四种中药材内 14 种微量元素含量差异明显,同时也存在相似之处,四种中药材内 Mo 均低于检测线,原因可能是这四种中药材中 Mo 含量较低,在这两种检测方法下无法检测到。今后试验如需检测 Mo 可以加大实验材量或者选择精度更高的方法检测。在这四种中药材中 Na、K 和 Ca 三种元素含量最高,且占 14 种元素含量的 87.3% (枸杞)、75.3% (黄精)、84% (巴戟天)、92.2% (肉苁蓉)。四种中药中单种元素最高分别为 K (枸杞)、Ca (黄精)、Ca (巴戟天)、Na (肉苁蓉)。

补肾类中药可以提取三个独立的公共因子变量,三个公因子变量从不同方面体现了补肾类中药的本质特征。变量 Ca、Cu、Fe、Mg、Si 和 Zn 与第一公因子 F1 高度正相关,是 F1 的特征元素;变量 B、K、Mo 和 S 与第二公因子 F2 高度正相关,是 F2 的特征元素;变量 Na 和 Sr 与第三公因子 F3 高度正相关,是 F3 的特征元素。

直接消解法就其提取率和稳定性来说都优于水煮法。本文通过四种补肾中药内 14 种元素的研究,显示四种补肾中药材的微量元素具有相似性,支持微量元素在中药材中起重要作用这一观点。未来的研究中通过更多种类补肾中药中微量和常量元素分析,将有助于开拓微量和常量元素在中药材中的功能新领域。

基金项目

云南省教育厅科学研究基金项目(2014Y329)。

参考文献

- [1] 秦俊法,陈馨华. 中国的中药微量元素研究[J]. 广东微量元素科学, 2010, 17(11): 1-17.
- [2] 马彦芳. 中药中微量元素的分析研究[J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(06): 33-35.
- [3] 张晓晔. 中药微量元素研究现状及价值[J]. 中国实用医药, 2007, 2(35): 141.
- [4] 刘晓慧,刘小翠,吉守祥. 11 种中药中微量元素的主成分分析[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2015, 28(1): 49-51.
- [5] 闫清华,杨理,杨利娟. 微波消解 ICP-AES 检测 6 种清热解暑类中草药中 14 种常量微量元素[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(7): 1393-1396.
- [6] 汤学军,管竞环. 补肾药的微量元素与疗效分析[J]. 微量元素与健康研究, 1995, 12(3): 34-37.
- [7] 马璐璐,王健英,吴中恺,等. 步阳、补阴类中草药微量元素的比较研究[J]. 广东微量元素科学, 2014, 21(4): 8-10.
- [8] 岑妍慧,赵飞兰,范蓉,等. 生殖相关肾虚证和补肾中药作用机制的研究进展[J]. 医学综述, 2014, 20(12): 2226-2228.
- [9] 赵利敬,李沛. 补肾中药干预骨质疏松症研究概况[J]. 中医学报, 2015, 30(208): 1326-1328.
- [10] 项凤梅,江一平,何凌,等. 补肾中药干预人体免疫系统研究进展[J]. 江西中医药, 2014, 45(373): 74-75.
- [11] 郭吕华,杨岚,杜发亮,等. 补肾中药合剂促进成骨细胞功能的机制研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2013, 29(1): 56-60.
- [12] 杜强,贾丽艳. SPSS 统计分析从入门到精通[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009: 30-59.
- [13] 周涛,袁淑君. 数据统计分析: SPSS 原理及其应用[M]. 北京:北京师范大学出版社, 2001: 36-67.

-
- [14] 卢文岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 6-64.
- [15] 赵旭升. 7 种安神类中草药中微量元素的因子分析和聚类分析[J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(4): 24-26.
- [16] 戴晓燕, 盛振华, 郝云云. 不同产地大黄中微量元素含量的主成分分析及聚类分析[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(5): 1445-1447.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2331-8287, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjmce@hanspub.org