

文章编号:1006 - 446X ( 2007 ) 11 - 0045 - 04

# 青藏高原 3 种秦艽组植物微量元素比较分析

孙 菁<sup>1</sup> 周国英<sup>1,2</sup> 韩友吉<sup>1,2</sup> 李锦萍<sup>1,2</sup> 陈桂琛<sup>1</sup>

( 1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海省青藏高原特色生物资源研究重点实验室, 青海 西宁 810001; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049

摘 要: 利用全谱直读等离子体发射光谱法 (ICP-AES) 测定了 3 种秦艽组植物 10 种微量元素 (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Sn, V, Al, Ti) 的含量, 并进行了比较分析。结果表明, 所测定元素在 3 个不同物种内的含量排列顺序基本一致, 显示了三者元素富集方面的相似性。就同一种元素在 3 个物种内的富集水平而言, 以麻花苳根部具有较高含量的元素 Cu, Zn, Co, Al 和 Ti, 管花秦艽根部则大量富集了其余 5 种微量元素, 达乌里秦艽对元素的吸收积累能力居中, 揭示了不同物种对同一元素富集能力的差异。该研究可为秦艽类植物资源的深入开发利用提供参考。

关键词: ICP-AES; 微量元素; 麻花苳; 达乌里秦艽; 管花秦艽

中图分类号: Q946.911 文献标识码: A

麻花苳 (*Gentiana straminea* Maxim.)、达乌里秦艽 (*G. dahurica* Fischer)、管花秦艽 (*G. siphonantha* Maxim) 隶属龙胆科 (*Gentianaceae*) 龙胆属秦艽组 (*Section Crucjata* Gaudin), 均为多年生草本<sup>[1]</sup>, 前两者干燥的根部常作药用, 具有清湿热、祛风湿、舒筋止痛等功效<sup>[2]</sup>, 被《中国药典》2005 版收载<sup>[3]</sup>; 管花秦艽虽未被药典收录, 但此三类植物根的外部形态较相近, 都具有浓重的苦味, 易造成民间用药的混淆或误用。微量元素是植物体内重要的化学组成, 对生命体的生长、发育和繁殖都起着重要的作用<sup>[4]</sup>。通常, 对中草药中化学成分的研究多侧重于具有生理活性的有机成分, 而忽视了无机成分。研究报道, 中药中微量元素与药材的疗效具有密切的关系<sup>[5-7]</sup>。目前, 仅见对麻花苳不同部位中 Cu, Zn, Fe 和 Mn 等微量元素的研究<sup>[8]</sup>, 其它两种植物中微量元素的研究尚未有系统的报道。因此, 本文利用全谱直接等离子体发射光谱法 (ICP-AES) 测定了这 3 类植物根部 10 种微量元素的含量, 并进行了比较分析, 希望能够为秦艽类植物资源的深入开发利用提供化学元素方面的参考。

## 1 实验部分

### 1.1 材 料

3 种秦艽类植物于 2004 年 9 月均采自青海省青海湖地区, 原植物标本由中国科学院西北高原生物研究所陈桂琛研究员分别鉴定为麻花苳 (*Gentiana straminea* Maxim.)、达乌里秦艽 (*G. dahurica* Fischer)、管花秦艽 (*G. siphonantha* Maxim)。采样时, 每个物种至少收集 20~30 株植株个体根部, 混匀, 用去离子水洗净后, 室温下自然风干, 于 50℃ 下烘干至恒质量, 粉碎至 80 目待用。

收稿日期: 2007-08-01

基金项目: 国家中西部专项 (2001BA901A47) 资助项目

通讯作者: 陈桂琛, E-mail: gcchen@hwb.ac.cn

## 1.2 仪器与试剂

利用等离子体发射光谱仪 (Therm-Jerrell Ash Co., USA) 进行元素含量测定。工作参数为: 高频功率1150W, 雾化器压力30.06psi (该单位已废止, 1psi=6.894 76 × 10<sup>3</sup>Pa), 辅助气0.5L·min<sup>-1</sup>, 蠕动泵转速100 r/min, 进样清洗时间45 s, 提升量1.85 mL·min<sup>-1</sup>。试验用试剂均为分析纯 (上海化学试剂厂)。水处理采用 Milli-Q 超纯水系统 (美国Millipore公司)。

10种元素 (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Sn, V, Al, Ti) 标准物质均为色谱纯。

## 1.3 方法

精密称取1.000 g粉碎后样品, 加入10 mL HNO<sub>3</sub>, 冷浸1 h后加2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 再冷浸12 h, 置于电热板上150~200 °C低温加热, 移入50 mL容量瓶, 加水定容至刻度, 干滤, 滤液上机测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 各元素相关分析

不同的化学元素在植物体内发挥着不同的生理作用, 各元素之间又具有一定的协同促进或拮抗抑制作用。元素相关分析结果表明 (表1), 在0.05水平上具有正相关关系的元素有3对, 分别为Cu与Ni, Zn与Co, Zn与Sn; 在0.01水平上具有正相关关系的元素有11对, 其中以Fe与Al, Al与Ti之间的关系最为密切, 上述具有正相关关系的元素在植物体内起着协同或促进的作用。在0.05水平上具有负相关关系的元素有3对, 分别为Zn与Ni, Ni与Sn, Sn与V; 在0.01水平上具有负相关关系的元素有4对, 分别为Cu与V, Zn与V, Ni与Co, Co与V, 这些具有负相关关系的元素在植物体内起着拮抗或抑制的作用。

表1 元素相关分析矩阵

Tab 1 Correlation coefficient matrix of trace elements

	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Sn	V	Al	Ti
Zn	0.564**									
Fe	0.247	0.282								
Mn	0.330	0.175	0.538**							
Ni	-0.114	-0.391*	-0.148	-0.113						
Co	0.496**	0.403*	0.473**	0.271	-0.594*					
Sn	0.416*	0.402*	0.182	0.333	-0.404*	0.347				
V	-0.507**	-0.494**	-0.200	-0.225	0.790**	-0.727**	-0.438**			
Al	0.302	0.315	0.969**	0.488**	-0.249	0.543**	0.277	-0.311		
Ti	0.258	0.262	0.878**	0.298	-0.304	0.582**	0.164	-0.327	0.903**	1

\* Correlation is significant at the level of 0.05 (2-tailed).

\*\* Correlation is significant the level of 0.01 (2-tailed).

### 2.2 元素含量的比较分析

微量元素在生物体内发挥着重要的生理和生化作用, 与药材的临床疗效也有着密切的关系<sup>[9-10]</sup>。对药材及其近源同属植物中微量元素的研究将有助于药材功效学的深入理解和阐述。按照微量元素在生物体内作用功能的不同, 本文选择了10种进行了含量测定<sup>[11-13]</sup>, 结果由表2可见, 各元素在3种秦艽组植物中含量水平由高到低顺序分别为: 麻花苳中为Fe, Al, Zn, Cu, Mn, Ti, V, Ni, Sn, Co; 达乌里秦艽中为Fe, Al, Zn, Mn, Cu, V, Ni, Sn, Ti, Co; 管花苳中为Fe, Al, Zn, Mn, Cu, V, Ni, Sn, Ti, Co。上述元素的排列顺序在3类植物中表现得较为一致, 其中均以Fe,

Al, Zn, Mn和Cu这几种元素含量较高。3个研究对象同属龙胆属秦艽组植物, 亲缘关系较近, 在长期进化适应高原环境的过程中, 其进化途径会存在相似点, 对元素的吸收累积及作用机理也有共同点。因此, 也就不难理解上述较一致的元素排列规律。就不同物种同一元素含量水平而言, 麻花苳根部具有较高含量的元素Cu, Zn, Co, Al和Ti, 其余5种微量元素则在管花秦艽根部大量富集, 达乌里秦艽根部元素富集水平居于上述两者之间。说明尽管三者系统在分类中距离较近<sup>[16]</sup>, 但对不同元素的富集能力却存在差异。

表 2 3种秦艽组植物根部微量元素含量 (n=3)

Tab 2 Contents of trace elements in three Gentiana plants n=3

单位:  $\mu\text{g/g}$ 

植 物 Species	元素含量 Contents of elements									
	Cu	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Sn	V	Al	Ti
麻花苳	15.82	29.90	117.99	15.27	1.10	0.15	0.64	1.43	53.38	1.54
G.straminea	$\pm 3.13$	$\pm 6.61$	$\pm 71.73$	$\pm 4.13$	$\pm 0.81$	$\pm 0.10$	$\pm 0.36$	$\pm 1.07$	$\pm 49.22$	$\pm 1.06$
达乌里秦艽	9.00	22.68	104.46	11.60	1.88	0.06	0.34	2.74	39.16	1.49
G.siphonantha	$\pm 2.42$	$\pm 6.51$	$\pm 31.59$	$\pm 2.84$	$\pm 0.27$	$\pm 0.04$	$\pm 0.12$	$\pm 0.26$	$\pm 19.12$	$\pm 0.81$
管花秦艽	13.8	25.20	122.20	20.75	2.66	0.03	0.73	2.99	29.87	0.64
G.siphonantha	$\pm 2.98$	$\pm 6.38$	$\pm 59.46$	$\pm 5.16$	$\pm 1.34$	$\pm 0.01$	$\pm 0.39$	$\pm 1.06$	$\pm 18.54$	$\pm 0.42$
平均值 Mean	12.88	25.93	114.88	15.87	1.88	0.08	0.57	2.39	40.80	1.22

Data in the table were expressed by mean  $\pm$ SD.

### 2.3 元素含量差异的可能原因

生物体对环境的适应是指生物的形态特征和生物机能与其赖以生存的一定环境条件相适应的现象, 这种适应是通过进化适应和生理适应来实现的<sup>[14]</sup>。与环境作用的同时, 其内在遗传机制也在随时间的进展而发生一系列不可逆的改变, 最终导致其表型和基因型的变化<sup>[15]</sup>。本研究中, 3个研究对象同处于青藏高原大的环境背景条件下, 但3个物种各自的生境条件存在差别<sup>[16]</sup>, 所在土壤类型各异。在进化适应高原环境的过程中, 其表型和基因型向各自不同的方向分化, 最终导致生理适应的差异。这种现象进一步验证了药用植物中化学成分的含量既受植物基因型的影响, 也与生态环境有着密切联系的这一结论<sup>[17]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] HO TN, LIU SW. A worldwide monograph of Gentiana [M]. Beijing: Science Press, 2001: 174 - 175.
- [2] 杨永昌. 藏药志 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1991: 11.
- [3] 中华人民共和国药典: 一部 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 210 - 211.
- [4] COMEZ M R, CERUTTI S, OLSINA R A, et al. Metl content monitoring in Hypericum perforatum pharmaceutical derivatives by atomic absorption and emission spectrometry [J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2004, 34: 569 - 576.
- [5] 管竞环, 江宝林. 植物类药四性与无机元素关系的初步研究 [J]. 中国医药学报, 1990, 5: 40 - 45.
- [6] 祁俊生, 徐辉碧, 周井炎, 等. 解表植物类中药中微量元素与功效关系 [J]. 计算机与应用化学, 2003, 20 (4): 449 - 452.
- [7] 陈和利, 刘晓瑜. 中药功效与四种微量元素关系的探讨 [J]. 中国中药杂志, 1989, 14 (3): 36 - 39.
- [8] 孙菁, 林陈强, 王洪伦, 等. 藏药材麻花苳中铜锌铁锰含量分析 [J]. 广东微量元素科学, 2004, 11 (3): 37 - 39.
- [9] 王健, 贾仁勇, 黎晓敏, 等. 中药的现代功效与无机元素关系的研究 [J]. 微量元素与健康研究, 1996, 13 (4):

29 - 30.

- [ 10] 黎晓敏, 贾仁勇, 王健, 等. 中药不同药性与无机元素关系的研究 [ J ]. 中国中药杂志, 1997, 22 ( 8 ) : 502 - 504.
- [ 11] CHEN K S, TSENG C L, LIN T H. Trace elements in natural drugs determined by INAA [ J ]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1993, 170 : 265 - 280.
- [ 12] NDIODWERE C L. Determination of constituent elements in some Nigerian medicinal plants by thermal neutron activation analysis [ J ]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry- Letters, 1984, 85 : 325 - 338.
- [ 13] RA ŽIĆ S, ONJIA A, POTKONJAK B. Trace elements analysis of Echinacea purpurea- herbal medicinal [ J ]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2003, 33: 845- 850 .
- [ 14] 庚镇城. 进化论的发展和中性突变学说 [ J ]. 生物学通报, 1983, 18 ( 6 ) : 1- 5.
- [ 15] 张昉. 生物进化 [ M ]. 北京: 北京大学出版社, 1998.
- [ 16] 何廷农. 中国植物志: 第 62 卷 [ M ]. 北京: 科学技术出版社, 1998: 61 - 75.
- [ 17] 陶曙红, 吴凤镔. 生态环境对药用植物有效成分的影响 [ J ]. 天然产物研究与开发, 2003, 15 ( 2 ) : 174 - 178.

## Comparative Analysis of Trace Elements in Three Species of Section Cruciata Gaudin, entiana from Qinghai- Tibet Plateau

SUN Jing<sup>1</sup>, ZHOU Guoying<sup>1,2</sup>, HAN Youji<sup>1,2</sup>, LI Jingping<sup>1,2</sup>, CHEN Guichen<sup>1</sup>

(1. Qinghai Key Laboratory of Qinghai- Tibet Plateau Biological Resources, Northwest Institute of Plateau Biology,  
Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, Chian;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Contents of ten trace elements in three *Gentiana* species were determined by ICP- AES and comparison among the concentration of trace elements was also discussed. The results indicated that the distribution pattern of elements in three species showed similarly consistence at the aspect of evolutionary approach of elements concentration. The same element had different concentration level in three species, of which *Gentiana straminea* roots enriched higher concentration of Cu, Zn, Co, Al and Ti and other five trace elements had higher concentration in *G. siphonantha* roots. This revealed that different species had variation in the concentration of the same element. It can provide basic information for the developemnt and utility of *Gentiana* plants.

Key words: ICP - AES; trace elements ; *Gentiana straminea* Maxim.; *G. dahurica* Fischer; *G. siphonantha* Maxim.