

## 不同产地管花肉苁蓉矿质元素分析

杜友<sup>1</sup>, 盛晋华<sup>2</sup>, 崔旭盛<sup>1</sup>, 翟志席<sup>1</sup>, 董学会<sup>1\*</sup>, 郭玉海<sup>1\*</sup>

1. 中国农业大学农学与生物技术学院中药材研究中心, 北京 100193
2. 内蒙古农业大农学院, 内蒙古 呼和浩特 010018

**摘要** 应用 ICP-AES 法测定不同产地管花肉苁蓉及其土壤中的矿质元素含量。结果表明: (1) 不同产地的管花肉苁蓉均含有丰富的 K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, B 等多种矿质元素, 且具有明显差异。(2) 不同产地的管花肉苁蓉中常量矿质元素含量均较高, 其中以 K 元素含量为最高; 微量矿质元素中 Fe 元素含量高于其他元素含量, 其中产自新疆于田的 Fe 元素含量高达  $433.56 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。(3) 各产地的管花肉苁蓉对矿质元素的吸收比例差异较大, 其中对 K, P, Na 三种元素的吸收能力较强。(4) 管花肉苁蓉矿质元素含量和吸收比例新疆于田高于其他产地。研究结果将为管花肉苁蓉的质量评价和引种栽培提供科学依据。

**关键词** 管花肉苁蓉; ICP-AES; 矿质元素

**中图分类号:** O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2012)10-2824-04

### 引言

管花肉苁蓉 (*Cistanche tubulosa* (Schenk) R. Wight) 为列当科 (Orobanchaceae) 肉苁蓉属 (*Cistanche Hoffing.* et Link) 的专性根寄生植物。野生资源主要分布于我国新疆天山以南的塔克拉玛干沙漠周围各县, 其寄主是防风固沙、耐盐碱的柽柳属 (*Tamarix* L.) 植物。管花肉苁蓉具有补肾阳、益精血、润燥通肠等功效<sup>[1]</sup>。近年来, 野生的管花肉苁蓉资源已濒临枯竭。为保护当地生态环境和野生的管花肉苁蓉资源, 同时满足市场对管花肉苁蓉的需求, 开展了大量的管花肉苁蓉人工栽培的研究<sup>[2, 3]</sup>, 并已在华北地区引种成功<sup>[4]</sup>。

随着人们对中草药药理学活性研究的深入<sup>[5, 6]</sup> 以及对中药材中微量元素的广泛关注<sup>[7, 8]</sup>, 发现矿质元素、特别是微量元素与中草药的药效密切相关。已有研究表明, 管花肉苁蓉含有丰富的矿质元素<sup>[9, 10]</sup>, 但关于不同产地管花肉苁蓉的矿质元素含量分析还未见报道。各引种地的环境条件不同, 是否会对管花肉苁蓉的矿质元素含量产生影响尚不清楚, 本工作采用 ICP-AES 法研究了原产地新疆于田和引种地内蒙古磴口、河北石家庄、河北吴桥、北京上庄这 5 个产地的管花肉苁蓉矿质元素的含量, 为进一步探讨管花肉苁蓉的质量评价和施肥调控技术提供依据。

### 1 实验部分

#### 1.1 仪器和试剂

电感耦合等离子体原子发射光谱仪 (ICP-AES): 美国 PE 公司 OPTIMA 3300DV 型。工作参数: 射频功率为 1 300 W; 冷却气速率为  $15.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 载气速率为  $0.8 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 辅助气速率为  $0.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 样品的提升速度为  $1.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

试剂: 浓硝酸; 高氯酸; K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, B 元素的标准溶液由国家标准物质中心提供。

#### 1.2 材料

管花肉苁蓉样品于 2010 年 10 月 15 日分别采自新疆于田、内蒙古磴口、河北石家庄、河北吴桥和北京上庄种植基地。将管花肉苁蓉样品用自来水、去离子水冲洗干净,  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$  烘干后粉碎, 过 80 目筛备用。土壤样品在管花肉苁蓉生长周围采用五点法取 10~40 cm 深的土壤混合均匀,  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$  烘干, 研碎后过 80 目筛备用。

#### 1.3 样品处理

精密称取过筛后的土壤样品和管花肉苁蓉样品粉末 1.000 0 g 放入消煮管中, 加入浓硝酸和高氯酸的混合酸 (4:1) 15 mL。消煮至样品溶液接近无色, 冷却至室温, 然

收稿日期: 2012-05-11, 修订日期: 2012-08-20

基金项目: 国家“十一五”支撑计划项目 (2006BAD26B04), 国家公益性 (行业) 科研专项 (200903001-2-3) 和科技部农业成果转化基金项目 (2011GB23600014) 资助

作者简介: 杜友, 1987 年生, 中国农业大学农学与生物技术学院中药材研究中心博士研究生 e-mail: duyout234@126.com

\* 通讯联系人 e-mail: yhguo@cau.edu.cn

后过滤, 定容。用同样的方法制备对照样品。

#### 1.4 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理及统计分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 土壤中的矿质元素含量分析

应用 ICP-AES 法测定管花肉苁蓉不同产地的土壤矿质元素含量(表 1 和表 2), 由表 1 可以看出, 各产地土壤中 K 元素差异显著, 其中河北石家庄和北京上庄样品中的 K 元素含量最高, 其次是河北吴桥, 新疆于田和内蒙古磴口的 K 元素含量最低。P 和 Mg 元素含量各产地差别相似, 以内蒙古磴口最低, 其余 4 个产地差异均不显著。Ca 元素在 5 个产地的差异很大, 新疆于田土壤中 Ca 元素最高, 达  $47\,550\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , 北京上庄的 Ca 元素含量最低, 仅为  $6\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。Na 元素的含量差别不太大, 其含量范围在  $760\sim 1\,490\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

**Table 1 Content of macroelements in the soil in which *Cistanche tubulosa* grow from different areas ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )**

元素	新疆于田	内蒙古磴口	河北石家庄	河北吴桥	北京上庄
K	6 220c	6 750c	14 940a	10 170b	13 930a
P	440a	200b	440a	370a	400a
Ca	47 550a	15 830d	24 770c	30 810b	6 000e
Mg	10 010a	4 590b	9 110a	9 290a	11 310a
Na	760c	1 490a	1 070b	1 240ab	890c

Note: There were significant differences between the different letters ( $p<0.05$ ), the same below

由表 2 可以看出, 5 个产地土壤中的元素含量趋势较为相近, Fe, Mn, Zn, B 四种微量矿质元素的含量顺序依次为北京上庄>河北石家庄>河北吴桥>新疆于田>内蒙古磴口。其中北京上庄土壤中的微量矿质元素极为丰富, 明显高于其余 4 个产地, 其次是河北石家庄和吴桥, 最低的是沙漠产地新疆于田和内蒙古磴口。

**Table 2 Content of microelements in the soil in which *Cistanche tubulosa* grow from different areas ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )**

元素	新疆于田	内蒙古磴口	河北石家庄	河北吴桥	北京上庄
Fe	11 449.05c	10 534.76c	19 604.62b	17 277.56b	25 770.44a
Mn	331.45c	195.98c	433.18b	416.2b	804.26a
Zn	37.88c	28.88c	70.29b	56.9b	120.96a
B	33.03c	33.96c	69.76a	50.87b	73.78a

### 2.2 管花肉苁蓉中的矿质元素含量分析

不同产地的管花肉苁蓉均含有多种矿质元素(表 3 和表 4)。由表 3 可以看出, 5 个产地的管花肉苁蓉中的 K, P, Ca, Na, Mg 元素含量普遍较高。其中 K 元素含量最高, 新疆于

田、内蒙古磴口、河北石家庄、吴桥、北京上庄的管花肉苁蓉 K 元素含量分别达到 11 791.56, 12 422.27, 7 307.38, 6 874.39, 6 358.52  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , 新疆于田和内蒙古磴口的 K 元素含量显著高于河北石家庄、吴桥、北京上庄; 各产地的管花肉苁蓉 P, Ca, Mg, Na 含量虽然也较高, 但同一样品中各元素含量的排列顺序因产地不同而有差异, 新疆于田、河北石家庄和北京上庄均为  $\text{K}>\text{Ca}>\text{Na}>\text{P}>\text{Mg}$ , 而内蒙古磴口和河北吴桥为  $\text{K}>\text{Na}>\text{Ca}>\text{Mg}>\text{P}$ 。

**Table 3 Content of macroelements in *Cistanche tubulosa* from different areas ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )**

元素	新疆于田	内蒙古磴口	河北石家庄	河北吴桥	北京上庄
K	11 791.56a	12 422.27a	7 307.38b	6 874.39b	6 358.52b
P	664.12a	560.33b	658.84a	674.55a	708.42a
Ca	2 698.07a	2 017.73b	1 746.2b	1 287.18c	1 678.11b
Mg	645.77b	938.89a	409.06c	710.67b	629.09b
Na	1 578.02c	3 672.07b	1 294.49d	5 455.23a	1 243.01d

由表 4 可以看出, 各产地管花肉苁蓉的微量矿质元素中, Fe 元素含量最高, 在各产地的排序为新疆于田>河北吴桥>北京上庄>河北石家庄>内蒙古磴口, 其中新疆于田的 Fe 含量最高, 达到  $433.56\ \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , 与 4 个引种地的含量差异显著。Mn, Zn, B 含量丰富, 各产地差异也较为显著, 综合比较, 新疆于田的管花肉苁蓉这三种微量元素含量较高。

**Table 4 Content of microelements in *Cistanche tubulosa* from different areas ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )**

元素	新疆于田	内蒙古磴口	河北石家庄	河北吴桥	北京上庄
Fe	433.56a	112.92d	274.21c	351.87b	306.08c
Mn	10.60a	4.14e	5.08d	8.33b	6.50c
Zn	15.80b	9.46c	8.36c	6.52c	23.25a
B	15.90a	16.77a	12.20b	16.62a	10.12c

### 2.3 种植土壤与各产地管花肉苁蓉矿质元素含量的相关性分析

5 个产地的管花肉苁蓉矿质元素含量与种植土壤的相关性分析见表 5。各产地的药材与土壤中的部分元素具有一定的相关性, 说明土壤中的这些矿质元素含量会影响管花肉苁蓉对相应矿质元素的吸收。如北京上庄的管花肉苁蓉与土壤中 P 元素含量呈极显著负相关, 相关系数为 1.00; 新疆于田和内蒙古磴口的管花肉苁蓉与土壤中的 Ca 元素含量均为极显著正相关, 相关系数均为 1.00; 河北吴桥的管花肉苁蓉与土壤中的 Zn 元素含量呈显著正相关, 相关系数为 0.97; 河北石家庄的管花肉苁蓉与土壤中的 B 元素含量显著正相关, 相关系数为 0.98。其余各元素在管花肉苁蓉和栽培土壤间不具有显著的相关性。

### 2.4 不同产地管花肉苁蓉矿质元素吸收比例分析

由表 6 可知, 不同产地的管花肉苁蓉对各矿质元素的吸收比例(管花肉苁蓉中矿质元素含量与其产地土壤中矿质元素含量的比值)差异较大。各产地的管花肉苁蓉对 K, P, Na 三种元素的吸收能力较强, 尤其是 P 和 Na, 管花肉苁蓉的 P

**Table 5 Correlation between the contents of mineral elements in the *Cistanche tubulosa* (Schenk) R. Wight and that in the soil in which *Cistanche tubulosa* (Schenk) R. Wight grow**

元素	K	P	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B
新疆于田	0.24	-0.79	1.00**	0.37	-0.25	0.02	0.38	0.56	0.5
内蒙古磴口	-0.34	0.88	1.00**	0.13	-0.33	0.5	0.39	0.67	-0.5
河北石家庄	-0.82	0.5	-0.68	-0.87	-0.52	0	0.87	0.54	0.98*
河北吴桥	0.69	-0.5	0.5	-0.29	-0.18	0.89	0.67	0.97*	0.5
北京上庄	0.72	-1.00**	-0.88	0.13	0.14	-0.49	0.72	0.5	0.02

注: \*\*表示在 0.01 水平上相关性显著(双尾检测); \*表示在 0.05 水平上相关性显著(双尾检测)

**Table 6 Proportion of the contents of mineral elements in the *Cistanche tubulosa* (Schenk) R. Wight and that in the soil in which *Cistanche tubulosa* (Schenk) R. Wight grow(%)**

元素	新疆于田	内蒙古磴口	河北石家庄	河北吴桥	北京上庄	平均
K	189.57	184.03	48.91	67.59	45.65	107.15
P	150.94	280.17	149.74	182.31	177.11	188.05
Ca	5.67	12.75	7.05	4.18	27.97	11.52
Mg	6.45	20.46	4.49	7.65	5.5	68.92
Na	207.63	246.45	120.98	439.94	139.66	230.93
Fe	3.79	1.07	1.40	2.04	1.19	1.90
Mn	3.20	2.11	1.17	2.00	0.81	1.86
Zn	41.71	32.76	11.89	11.46	19.22	23.41
B	48.14	49.38	17.49	32.67	13.72	32.28

元素含量的吸收比在 149.74%~280.17%之间,管花肉苁蓉中的 Na 含量的吸收比在 120.98%~439.94%之间,新疆于田和内蒙古磴口的管花肉苁蓉对 K 元素的吸收能力较强,吸收比例达到了 189.57%和 184.03%,河北石家庄、吴桥和北京上庄分别为 48.91%, 67.59%和 45.65%。北京上庄的管花肉苁蓉 Ca 的吸收能力较强,吸收比为 27.97%,其次为内蒙古磴口,吸收比为 12.75%,其余三地的吸收比较低。内蒙古磴口的 Mg 元素吸收能力明显高于其余四个产地,吸收比为 20.46%。Fe 和 Mn 的吸收比最低,各产地的平均吸收比仅为 1.90%和 1.86%。各产地管花肉苁蓉吸收 Zn 和 B 的能力也较强,平均吸收比达到 23.41%和 32.28%。综合分析,

新疆于田和内蒙古磴口的管花肉苁蓉吸收矿质元素的能力普遍较强。

### 3 结 论

采用 ICP-AES 法研究产地对管花肉苁蓉矿质元素含量的影响,并对各产地的矿质元素含量进行对比分析,结果表明。

(1)5 个产地的管花肉苁蓉均含有丰富的 K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, B 等多种矿质元素,与其具有较高的药用价值密不可分,但矿质元素含量的高低并不能作为评价管花肉苁蓉质量的唯一标准<sup>[1]</sup>,其药理活性的高低还需临床研究来进一步证实。

(2)各产地的管花肉苁蓉对 K, P, Na 元素均具有较强的吸收能力,最高的甚至可达到土壤含量的 4 倍,表明管花肉苁蓉对矿质元素的吸收存在主动吸收的过程,所以在以后的栽培过程中,要适当增加 P、K 肥,并配合铁、锰、锌、硼等微肥的施用。

(3)各产地管花肉苁蓉的矿质元素含量差异显著,其中原产地新疆于田的管花肉苁蓉矿质元素含量和吸收比例普遍高于其他产地,但管花肉苁蓉和土壤中大多数元素含量的相关性并不显著,表明管花肉苁蓉对矿质元素的吸收利用可能与土壤的理化性质和产地的环境条件有关,至于其如何影响管花肉苁蓉矿质元素的吸收效率,需做专题进一步研究。

### References

- [1] Chinese Pharmacopoeia Committee(中国药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China(Part I)(中华人民共和国药典·1 部). Beijing: China Medical Science Press(北京:中国医药科技出版社), 2010. 126.
- [2] YANG Tai-xin, WANG Hua-lei, WANG Chang-lin, et al(杨太新,王华磊,王长林,等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2005, 30(7): 3.
- [3] YANG Tai-xin, WANG Hua-lei, WANG Chang-lin, et al(杨太新,王华磊,王长林,等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2005, 30(17): 4.
- [4] YANG Tai-xin, WANG Hua-lei, WANG Chang-lin, et al(杨太新,王华磊,王长林,等). Journal of China Agricultural University(中国农业大学学报), 2005, (01): 27.
- [5] Morikawa T, Pan Y, Ninomiya K, et al. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 2010, 18(5): 1882.
- [6] Jia Y M, Guan Q N, Guo Y H, et al. Phytotherapy Research, Published online in Wiley Online Library, 2010.
- [7] ZHANG Jian, FANG Shao-xin, GAO Zhen-zhen, et al(张剑,房少新,高真贞,等). Guangdong Trace Elements Science(广东微量元素科学), 2007, 14(8): 5.
- [8] CHEN Tie-zhu, ZHANG Lian-xue(陈铁柱,张连学). Special Wild Economic Animal and Plant Research(特产研究), 2007, (1): 23.

- [9] GUO Dong-feng, GUO Yu-hai, HUANG Yong, et al(郭东锋, 郭玉海, 黄 勇, 等). Journal of Anhui Agri. Sci. (安徽农业科学), 2009, 37(22): 10494.
- [10] HUANG Yong, GUO Dong-feng, LUO Xiang, et al(黄 勇, 郭东锋, 骆 翔, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2011, 31(4): 1030.
- [11] CHEN Yu-hang, GUO Qiao-sheng, LIU Li, et al(陈宇航, 郭巧生, 刘 丽, 等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2011, 36(22): 3070.

## Determination of the Content of Mineral Elements in *Cistanche Tubulosa* from Different Areas

DU You<sup>1</sup>, SHENG Jin-hua<sup>2</sup>, CUI Xu-sheng<sup>1</sup>, ZHAI Zhi-xi<sup>1</sup>, DONG Xue-hui<sup>1\*</sup>, GUO Yu-hai<sup>1\*</sup>

1. College of Agronomy and Biotechnology, Chinese Medicinal Herbs Research Center, China Agricultural University, Beijing 100193, China
2. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China

**Abstract** The contents of mineral elements in *Cistanche tubulosa* from different areas and in the soil in which they grew were determined by ICP-AES. The results showed that: (1) the contents of K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn and B were rich among different samples collected in five locations. (2) the concentrations of 5 macroelements were high values, in which the content of K was the highest in different areas. the content of Fe was higher than other microelements and specially, the Fe content from Xinjiang sample reached to  $433.56 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ . (3) the mineral elements absorption rate of *Cistanche tubulosa* is different in different areas and the absorption ability of K, Na and P was higher than other elements in *Cistanche tubulosa*. (4) the concentrations and utilization rate of mineral elements in *Cistanche tubulosa* from Xinjiang was higher than other areas. The results maybe provided scientific data and suggestion for the quality control of *Cistanche tubulosa*.

**Keywords** *Cistanche tubulosa*; ICP-AES technique; Mineral elements

(Received May 11, 2012; accepted Aug. 20, 2012)

\* Corresponding author