

肉苁蓉不同生育阶段矿质元素含量

崔旭盛, 郑雷, 杜友, 赵东平, 郭玉海*

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

摘要 应用 ICP-AES 技术测定了肉苁蓉不同生育阶段矿质元素含量。结果显示: (1) 肉苁蓉药材的最佳采收期(肉质茎生长期), 常量矿质元素中 K 含量高达 $9.45 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 五种常量矿质元素的含量比例为 $\text{K} : \text{Na} : \text{P} : \text{Ca} : \text{Mg} = 12 : 3.4 : 1.6 : 1.4 : 1$, 微量矿质元素中 Fe 含量最高为 $97.31 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 五种微量矿质元素的含量比例为 $\text{Fe} : \text{Zn} : \text{Cu} : \text{Mn} : \text{B} = 25 : 3.7 : 3.5 : 1.2 : 1$ 。(2) 生殖生长阶段, 肉苁蓉入药部位肉质茎中 Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B 矿质元素含量在出土后显著高于出土前, 其中蒴果形成期微量矿质元素 Fe 和 Mn 含量依次为 697.55 和 $38.75 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, 分别是肉质茎生长期的 7.2 和 8.3 倍。(3) 生殖生长阶段地上部分生殖生长中心对 Na 元素有排斥作用同时对 K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu 有吸收富集作用。本研究结果为肉苁蓉的质量评价和合理施肥提供了新的科学依据。

关键词 ICP-AES 技术; 肉苁蓉; 矿质元素

中图分类号: Q945.5 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2011)11-3115-04

引言

中草药中的矿质元素与其疗效密切相关, 并且是中药材质量的重要评价指标之一, 因此矿质元素在中草药药效中的作用及对人体健康的影响已引起人们的极大关注^[1,2]。全寄生药用植物肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Ma)为著名的补益类药物, 其内含的矿质元素备受关注^[3,4], 但是各生育阶段肉苁蓉体内的矿质元素的含量及比例尚不清楚。本文采用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES 方法), 测定并分析了肉苁蓉各生育阶段矿质元素含量、比例及差异, 目的是明确不同生育阶段肉苁蓉药材中矿质元素, 特别是微量元素含量及其比例的变化, 从而为研究施肥对梭梭-肉苁蓉寄生体系的生长调控提供依据。

1 实验部分

1.1 仪器与工作参数

仪器: 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: 高频发生器功率为 1300 W ; 冷却器流量为 $15.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$; 载气流量为

$0.8 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$; 辅助气流量为 $0.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$; 样品提升量为 $1.0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

1.2 材料和试剂

采样地点: 试验所需的肉苁蓉样品均采自内蒙古王爷地苁蓉生物科技有限公司架子滩基地(内蒙古自治区巴彦淖尔市磴口县)。

试验材料特征、采样时间及样品分解处理方式如表 1 所示。

样品处理: 分解好的肉苁蓉样品用去离子水将表面冲洗干净后在 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 水浴锅中杀酶 1 min, 然后置于 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重, 并将样品粉碎过 40 目筛备测。

元素标准溶液由国家标准物质中心标准物质稀释配得; 浓硝酸和高氯酸均为优级纯; 试验用水为去离子水。

1.3 矿质元素提取

称取样品 1 g(精确至 0.0001 g)于开氏瓶中, 加入浓硝酸、高氯酸混合液(体积比 4:1)15 mL。消煮至溶液接近无色时取下冷却, 过滤, 定容。用同样的方法制备样品空白。

1.4 数据处理

采用 Excel2003 和 DPS7.05 软件进行数据处理和统计分析。

收稿日期: 2010-12-31, 修订日期: 2011-06-20

基金项目: 国家科技重大专项项目(2009ZX09308-002), 国家公益性行业科研专项项目(200903001-2-3)和北京市科技计划项目(D07060200880701)资助

作者简介: 崔旭盛, 1986 年生, 中国农业大学硕士研究生 e-mail: cuixushengangel@163.com

*通讯联系人 e-mail: yhguo@cau.edu.cn

Table 1 Sampling time, characteristic and processing method of *C. deserticola*

样品号	生育时期	采样时间	材料特征	分解方式
1	接种寄生期	2010年3月30日	肉苁蓉成功寄生并长至5cm左右	仅地下肉质茎
2	肉质茎生长期	2010年3月30日	肉苁蓉肉质茎生长到距地面5cm	仅地下肉质茎
3	出土现蕾期	2010年5月1日	肉苁蓉出土到花蕾形成	分为地下、地上两部分
4	盛花期	2010年5月15日	肉苁蓉所有花蕾完全开放	分为地下、地上两部分
5	蒴果形成期	2010年5月30日	肉苁蓉蒴果形成	分为地下、地上两部分
6	裂果期	2010年7月5日	肉苁蓉蒴果开裂	分为地下、地上两部分

2 结果分析

2.1 营养生长阶段肉苁蓉肉质茎矿质元素含量

肉苁蓉地下肉质茎做为入药部位, 在营养生长阶段富含多种矿质元素(表2和表3), 并且常量和微量矿质元素含量均表现为接种寄生期高于肉质茎生长期。肉质茎生长期作为肉苁蓉药材的最佳采收时期, 其体内常量矿质元素中K含量最高, Mg含量最低, 五种元素含量大小顺序为: $K > Na > P > Ca > Mg$, 比例约为 12 : 3.4 : 1.6 : 1.4 : 1; 微量矿质元素方面 Fe 含量最高, B 含量最低, 并且不同元素间含量差异较大, 表现为: $Fe > Zn > Cu > Mn > B$, 各元素比例约为 25 : 3.7 : 3.5 : 1.2 : 1。

2.2 生殖生长阶段肉苁蓉体内矿质元素含量

生殖生长阶段肉苁蓉地下肉质茎中仍含有丰富的矿质元素(表4和表5), 并且Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B含量较营养生长阶段均明显提高, 其中蒴果形成期常量矿质元素中的Ca和Mg含量分别高达3.88和2.74 $mg \cdot g^{-1}$, 是肉质茎生长期的3.63和3.51倍; 微量矿质元素中的Fe和Mn含量依次为697.55和38.75 $\mu g \cdot g^{-1}$, 分别是肉质茎生长期的7.2和8.3倍。

肉苁蓉地上部分在此阶段矿质元素的含量也非常丰富

(表4和表5)。常量矿质元素中K和Ca含量较高, Na含量较低, 并且在生殖生长全部阶段K和Ca含量分别达到18.08和5.75 $mg \cdot g^{-1}$ 以上, 而Na含量最高仅为0.87 $mg \cdot g^{-1}$; 微量矿质元素中Fe含量极其丰富, 在蒴果形成期达到含量的最高峰, 为5334.20 $\mu g \cdot g^{-1}$ 。相比之下, B含量相对较低, 出土现蕾期含量最高仅为21.98 $\mu g \cdot g^{-1}$, 并且随着肉苁蓉地上部分开花结实B含量有逐渐降低的趋势。

Table 2 Content of macroelements in underground fleshy stem of *C. deserticola* at vegetative growth stages ($mg \cdot g^{-1}$, $n=3$)

生育时期	K	Na	P	Ca	Mg
接种寄生期	15.66a	2.75b	1.52c	1.41c	0.83c
肉质茎生长期	9.45a	2.64b	1.21b	1.07b	0.78b

注: 表中不同小写字母间表示检验差异达显著水平($p < 0.05$), 下同

Table 3 Content of microelements in underground fleshy stem of *C. deserticola* at vegetative growth stages ($\mu g \cdot g^{-1}$, $n=3$)

生育时期	Fe	Zn	Cu	Mn	B
接种寄生期	176.12a	17.25b	13.91b	6.03b	5.06b
肉质茎生长期	97.31a	14.13b	13.68b	4.69c	3.87c

Table 4 Content of macroelements in different parts of *C. deserticola* at reproductive growth stages ($mg \cdot g^{-1}$, $n=3$)

生育时期		K	Na	P	Ca	Mg
出土现蕾期	地上部分	26.47a	0.87b	3.66a	6.46a	2.92a
	地下部分	13.66b	2.26a	2.66b	1.91b	1.53b
盛花期	地上部分	22.46a	0.85b	2.46a	6.93a	2.85a
	地下部分	20.25a	11.66a	1.48b	3.20b	2.13b
蒴果形成期	地上部分	18.08a	0.41b	1.58a	8.79a	3.25a
	地下部分	17.46a	8.70a	1.25b	3.88b	2.74b
裂果期	地上部分	19.50a	0.37b	2.43a	5.75a	2.42a
	地下部分	18.19a	6.46a	1.37b	3.76b	2.22a

由表4和表5同样可以看出, 生殖生长阶段肉苁蓉不同部位矿质元素含量差异明显。其中Na在生殖生长全部阶段均表现为地下部分含量显著大于地上部分含量($p < 0.05$), 而K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, B等矿质元素则恰好相反, 表现为地上部分含量较地下部分有所提高, 并且P, Ca, Fe, Mn, B五种矿质元素含量在生殖生长全部阶段差异均达到显著水平($p < 0.05$)。此外, Zn和Cu从出土现蕾期一直到蒴果形成期也表现为地上部分含量显著高于地下部分($p < 0.05$)。

说明, 在肉苁蓉生殖生长阶段, 作为生殖生长中心的地上部分对矿质元素有选择性吸收和富集的作用。

3 讨论

中草药中的矿质元素, 不仅与中草药的功效密切相关, 而且对生物体特别是人类有极其重要的生理和病理意义^[5]。作为中草药重要评价指标的矿质元素会受到产地、药用部

位、采收时间等多因素的影响和调节^[6]。相关研究表明,产地及生长时期对肉苁蓉有效成分有明显的影

响^[7, 8], 而作为肉苁蓉生长发育和有效成分形成所必需的矿质元素同样会受到生育时期和生长部位的影响。

Table 5 Content of microelements in different parts of *C. deserticola* at reproductive growth stages ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, $n=3$)

生育时期		Fe	Zn	Cu	Mn	B
出土现蕾期	地上部分	2 135. 23a	57. 82a	105. 72a	67. 95a	21. 98a
	地下部分	159. 15b	27. 67b	25. 45b	19. 38b	7. 35b
盛花期	地上部分	3 242. 35a	45. 34a	56. 96a	73. 12a	16. 50a
	地下部分	518. 58b	19. 71b	17. 34b	26. 18b	7. 33b
蒴果形成期	地上部分	5 334. 20a	42. 37a	71. 06a	114. 54a	15. 03a
	地下部分	697. 55b	27. 46b	22. 56b	38. 75b	7. 03b
裂果期	地上部分	2 805. 37a	29. 36b	17. 19b	70. 41a	12. 90a
	地下部分	627. 24b	42. 07a	26. 24a	24. 84b	10. 49b

应用 ICP-AES 技术分析了肉苁蓉全生育期地下肉质茎及生殖生长阶段地上部分矿质元素的含量, 并对生殖生长阶段肉苁蓉不同部位矿质元素的含量进行了对比分析, 结果表明: (1) 肉苁蓉体内含有多种矿质元素, 并且矿质元素含量与其生长发育过程密切相关。(2) 肉苁蓉不同生育期矿质元素含量各异, 作为入药部位的地下肉质茎在全生育期均富含多种矿质元素, 并且 Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B 含量在生殖生长阶段较营养生长阶段明显提高; 作为生殖生长中心的肉苁蓉地上部分 K, Ca, Fe 含量较高, 含量最高时分别达到了 26. 47, 8. 79 和 5. 33 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 相比之下 B 元素含量较低, 并且地上部分 B 含量随着肉苁蓉开花结实逐渐降低, 这可能与 B 元素主要参与花粉的萌发和花粉管的伸长有关^[9]。

(3) 从肉苁蓉地上部分和地下部分矿质元素的含量对比来看, 生殖生长阶段肉苁蓉各部位对矿质元素的需求不同, 矿质元素在肉苁蓉体内存在选择性转运, 并且地上部分生殖生长中心对 Na 元素有排斥作用同时对 K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu 有吸收富集作用。从试验结果来看, 肉苁蓉不同生育阶段和不同生长部位所含有的矿质元素差异应引起人们的重视。

与肉苁蓉药效密切相关的矿质元素含量及分配除了受矿质元素的性质和肉苁蓉的吸收特性影响外, 还与土壤条件和肥料供给有密切的关系, 关于施肥对肉苁蓉体内矿质元素含量的影响还需进一步研究探讨。

References

- [1] BAO Yong-rui, MENG Xian-sheng, YANG Xin-xin, et al(包永睿, 孟宪生, 杨欣欣, 等). Journal of Liaoning University of TCM(辽宁中医药大学学报), 2009, 11(6): 220.
- [2] Tuo Fei, Li Dehong, Zhou Fengqun, et al. J. Radioanal Nucl. Chem., 2010, 284: 507.
- [3] CHEN Xiao-dong, XUE De-jun, DENG Yi-hui, et al(陈晓东, 薛德钧, 邓奕惠, 等). Journal of Jingxi College of Traditional Chinese Medicine(江西中医学院学报), 1994, 6(4): 31.
- [4] 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.
- [5] XUE Fu-ling, LIN Zhi-duo, HAN Ming, et al(薛福玲, 蔺志铎, 韩明, 等). Journal of Chinese Medicinal Materials(中药材), 2010, 33(2): 293.
- [6] TIAN Zhu-ping, HE Bang-ping, WANG Xiao-yan, et al(田柱萍, 何邦平, 王小燕, 等). Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 2005, 22(4): 54.
- [7] CAI Hong, BAO Zhong, JIANG Yong, et al(蔡鸿, 鲍忠, 姜勇, 等). Chinese Traditional and Herbal Drug(中草药), 2007, 38(3): 452.
- [8] CHEN Jun, YU Jing, XU Rong, et al(陈君, 于晶, 徐荣, 等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2007, 32(17): 1729.
- [9] ZHANG Xiao-bo(张晓博). Journal of Anhui Agri. Sci. (安徽农业科学), 2010, 38(22): 11962.

Mineral Elements Content of *C. Deserticola* at Different Growth Stages

CUI Xu-sheng, ZHENG Lei, DU You, ZHAO Dong-ping, GUO Yu-hai*

College of Agronomy and Biotechnology, Chinese Medicinal Herbs Research Center, China Agricultural University, Beijing 100193, China

Abstract ICP -AES technology was used to determine the mineral elements content of *Cistanche deserticola* Ma (*C. deserticola*). The results showed that: (1) At succulent stem stages, the content of K was the highest in 5 macroelements, it can reach to $9.45 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, and the proportion for K : Na : P : Ca : Mg was 12 : 3.4 : 1.6 : 1.4 : 1. Among 5 microelements, the content of Fe was the highest and can reach to $97.31 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, and the proportion for Fe : Cu : Mn : Zn : Cu : B was 25 : 3.7 : 3.5 : 1.2 : 1. (2) At reproductive growth stages, the contents of Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and B at unearthed stage were significantly higher than that at the underearth stage, especially for the content of Fe and Mn, they can respectively reach to 697.55 and $38.75 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ at capsule formative stage. The contents of Fe and Mn at capsule formative stage were almost 7.2 and 8.3 times than that at succulent stem stage. (3) At reproductive growth stages, the aerial part will exclude Na and accumulate P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and B. This result of the study will be a scientific basis for evaluating the quality of *C. deserticola*.

Keywords ICP -AES technology; *C. deserticola*; Mineral element

(Received Dec. 31, 2010; accepted Jun. 20, 2011)

* Corresponding author