

## ICP-AES 技术分析野菊花不同器官矿质元素

崔旭盛, 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, 测定并分析了野菊花不同器官矿质元素含量、累积量和比例。结果显示: (1) 野菊花常量矿质元素中 K 含量最高, 根、茎、叶、花 K 含量分别达到 15.84, 17.74, 31.52, 37.55  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 微量元素中 Fe 含量最高, 根、茎、叶、花 Fe 含量分别为 3 219.90, 433.36, 1 519.46, 1 426.63  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。(2) 野菊花茎 K, P, Ca, Mg, Mn, Zn, Mo 累积量最大, 分别达 240.61, 19.67, 74.87, 18.31  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ , 893.00, 1 039.08, 2.85  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ , 野菊花根 Na, Fe, Cu 累积量最高, 分别为 11.51  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ , 11 725.27, 235.24  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。(3) 野菊花各器官 K:P, Ca:Mg, Fe:Mn, Zn:Cu 差异较大。结果明确了野菊花不同器官矿质元素差异并为野菊花的合理施肥提供了新的科学依据。

**关键词** ICP-AES 技术; 野菊花; 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)10-2828-03

### 引言

菊科(Asteraceae)植物野菊花(*Chrysanthemum indicum* L.)为著名的清热解毒类药材,具有清热解毒、泻火平肝之功效<sup>[1]</sup>。随着现代科学对矿质元素与健康研究的逐步深入,矿质元素尤其是微量元素对生命体的重要作用已引起人们的极大关注<sup>[2,3]</sup>。研究表明,中草药中富含多种矿质元素<sup>[4]</sup>,并且这些矿质元素尤其是微量元素在中草药药效和生物活性中起重要作用<sup>[5,6]</sup>,有关野菊花的研究也表明,野菊花中含有的多种药用成分与其器官密切相关<sup>[7]</sup>,而野菊花各器官间矿质元素的差异性及其与野菊花药用成分的关系尚不明确,因而亟须对野菊花不同器官中矿质元素的差异性进行探讨。采用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES方法),测定并分析了野菊花不同器官矿质元素含量、累积量及比例,以期明确矿质元素,尤其是微量元素在野菊花根、茎、叶、花各器官间运转及差异,并为野菊花的测土配方施肥提供一定的理论依据。

### 1 实验部分

#### 1.1 材料

供试材料为菊科(Asteraceae)植物野菊花(*Chrysanthemum indicum* L.),于2011年11月2日采自湖北省黄石市。

#### 1.2 仪器与工作参数

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1 300 W,载气流量为0.8  $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ,辅助气流量为0.5  $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ,冷却器流量为15.0  $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ,样品提升量为1.0  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

#### 1.3 样品处理

将野菊花按器官分为根、茎、叶、花4部分。各样品均用去离子水冲洗2~3次,于40  $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,万分之一天平称重,样品粉碎过60目筛供测定用。元素标准溶液购自国家标准物质中心;浓硝酸、高氯酸购自北京化工厂(分析纯);去离子水为中国农业大学自制。

#### 1.4 矿质元素提取

精确称取样品1 g于开氏瓶中,加入硝酸、高氯酸混合酸(体积比4:1)15 mL。180  $^{\circ}\text{C}$ 消煮炉上消煮至溶液接近无色时取下冷却,定量滤纸过滤,定容至50 mL待测,每处理重复三次。用同样的方法制备空白对照<sup>[7]</sup>。

#### 1.5 数据分析

采用Excel2007和DPS7.05软件对试验数据进行整理及统计分析。

收稿日期:2012-02-09, 修订日期:2012-04-11

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项项目(200903001-2-3)和国家科技重大专项项目(2012ZX09201)资助

作者简介:崔旭盛,1986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: cuixushengangel@163.com

\* 通讯联系人 e-mail: yhguo@cau.edu.cn

## 2 结果与讨论

### 2.1 野菊花不同器官矿质元素含量分析

野菊花不同器官矿质元素含量不同(表 1 和表 2), 常量矿质元素中 K 含量最高, 其中野菊花根、茎、叶、花中 K 含量分别达到 15.84, 17.74, 31.52, 37.55  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。野菊花不同器官同种常量矿质元素含量顺序不同, K 和 P 表现为: 花>叶>茎>根; Ca 表现为: 叶>根>花>茎; Mg 表现为: 花>叶>根>茎; Na 表现为: 根>叶>花>茎。

微量矿质元素方面, 野菊花不同器官微量元素 Fe 含量最高, Mo 含量最低, 其中野菊花根、茎、叶、花各器官 Fe 含量分别达到 3 219.90, 433.36, 1 519.46, 1 426.63  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ , Mo 含量分别仅为 0.22, 0.21, 0.56, 0.37  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。野菊花不同器官微量元素含量顺序不同, 野菊花根和茎表现为: Fe>Zn>Mn>Cu>Mo, 而野菊花叶和花表现为 Fe>Mn>Zn>Cu>Mo。

**Table 1** Macroelement contents in different organs of *Chrysanthemum indicum* L. ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )

器官	K	P	Ca	Mg	Na
根	15.84c	1.25c	10.10b	2.53b	3.16a
茎	17.74c	1.45c	5.52c	1.35c	0.75b
叶	31.52b	4.28b	14.14a	2.70b	0.82b
花	37.55a	4.80a	9.73b	3.01a	0.77b

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

**Table 2** Microelement contents in different organs of *Chrysanthemum indicum* L. ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $n=3$ )

器官	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
根	3 219.90a	144.33b	227.50a	64.60a	0.22c
茎	433.36c	65.84c	76.61b	16.34d	0.21c
叶	1 519.46b	186.74a	78.04b	30.26b	0.56a
花	1 426.63b	109.22b	58.25c	19.95c	0.37b

### 2.2 野菊花不同器官矿质元素累积量分析

野菊花不同器官矿质元素累积量不同(表 3 和表 4), 常量矿质元素中, 野菊花茎 K, P, Ca, Mg 累积量最高, 分别达到 240.61, 19.67, 74.87, 18.31  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ , 野菊花根中 Na 累积量最大, 可达 11.51  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ 。相比之下, 野菊花的花中 K, P, Ca, Mg, Na 累积量最低, 分别仅为 16.05, 2.05, 4.16, 1.29, 0.33  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ 。

微量元素方面, Fe 和 Cu 在野菊花根中累积量最高, 分别可达 11 725.27 和 235.24  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ , Mn, Zn, Mo 在野菊花茎中累积量最高, 分别为 893.00, 1 039.08, 2.85  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。而花中 Fe, Mn, Zn, Cu, Mo 累积量均最低, 分别为 609.88, 19.96, 24.90, 8.53, 0.16  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。

### 2.3 野菊花不同器官矿质元素比例

野菊花不同器官矿质元素比例差异较大(表 5), K : P 在野菊花根中最大, 为 12.68 : 1, 在叶中最低, 为 7.36 : 1;

Ca : Mg 在野菊花叶中最高(5.24 : 1), 花中最低(3.22 : 1); Fe : Mn 在野菊花花中最高(30.56 : 1), 茎中最低(6.58 : 1); Zn : Cu 在野菊花茎中最高(4.69 : 1), 叶中最低(2.92 : 1)。

**Table 3** Macroelement accumulations in different organs of *Chrysanthemum indicum* L. ( $\text{mg} \cdot \text{plant}^{-1}$ ,  $n=3$ )

器官	K	P	Ca	Mg	Na
根	57.68	4.55	36.78	9.21	11.51
茎	240.61	19.67	74.87	18.31	10.17
叶	48.00	6.52	21.53	4.11	1.25
花	16.05	2.05	4.16	1.29	0.33

**Table 4** Microelement accumulations in different organs of *Chrysanthemum indicum* L. ( $\mu\text{g} \cdot \text{plant}^{-1}$ ,  $n=3$ )

器官	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
根	11 725.27	525.58	828.44	235.24	0.80
茎	5 877.77	893.00	1 039.08	221.6	2.85
叶	2 313.76	284.36	118.84	46.08	0.85
花	609.88	19.96	24.90	8.53	0.16

**Table 5** Mineral elements proportion in different organs of *Chrysanthemum indicum* L.

器官	K : P	Ca : Mg	Fe : Mn	Zn : Cu
根	12.68 : 1	3.99 : 1	22.31 : 1	3.52 : 1
茎	12.23 : 1	4.09 : 1	6.58 : 1	4.69 : 1
叶	7.36 : 1	5.24 : 1	8.14 : 1	2.58 : 1
花	7.83 : 1	3.22 : 1	30.56 : 1	2.92 : 1

## 3 讨论

中草药中富含的矿质元素对人体有重要的生理意义<sup>[8, 9]</sup>。已有研究表明, 中草药的矿质元素会受到中草药发育时期、产地和器官等因素的影响。而有关野菊花的研究多集中在其药用成分方面而忽视了对野菊花生长发育和药用成分形成所必需的矿质元素的研究<sup>[10]</sup>。

野菊花不同器官矿质元素含量、累积量和比例不明确是目前野菊花应用中存在的问题之一。采用 ICP-AES 技术分析了野菊花不同器官矿质元素含量, 并计算其矿质元素累积量及比例。本试验结果首次明确: (1)野菊花常量矿质元素 K 含量最高, 根、茎、叶、花中 K 含量分别达到 15.84, 17.74, 31.52, 37.55  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 微量矿质元素 Fe 含量最高, 野菊花根、茎、叶、花各器官 Fe 含量分别为 3 219.90, 433.36, 1 519.46, 1 426.63  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。(2)野菊花茎 K, P, Ca, Mg, Mn, Zn, Mo 累积量最大, 分别达到 240.61, 19.67, 74.87, 18.31  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ , 893.00, 1 039.08, 2.85  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ , 野菊花根 Na, Fe, Cu 累积量最高, 分别达到 11.51  $\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$ , 11 725.27, 235.24  $\mu\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。(3)Ca : Mg 在野菊花叶最高, Fe : Mn 在花中最高, K : P 在野菊花根最大, 而 Zn : Cu 在野菊花茎最高。因此, 野菊花不同器官矿质元素的含量、累积

量以及比例的差异应引起足够重视。

野菊花各器官矿质元素差异除了受野菊花各器官本身的生理功能和吸收特性影响外还与土壤条件、气候因素以及栽

培年限和农艺措施等因素密切相关,关于野菊花野生变家种后环境条件、栽培年限以及农艺措施对野菊花体内矿质元素的影响以及与药效成分的关系还需进一步研究探讨。

## References

- [1] Chinese Pharmacopoeia(中国药典). Beijing: China Medical Science Press(北京:中国医药科技出版社), 2010. 295.
- [2] ZHONG Xiu-qian, ZHONG Jun-hui(钟秀倩, 钟俊辉). Modern Preventive Medicine(现代预防医学), 2007, 34(1): 61.
- [3] 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.
- [4] LI Ji-feng, JIAO Geng-sheng(李吉锋, 焦更生). Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory(光谱实验室), 2010, 27(4): 1583.
- [5] HAN Li-qin, DONG Shun-fu, LIU Jian-hua(韩丽琴, 董顺福, 刘建华). Lishizhen Medicine and Materia Medica Research(时珍国医国药), 2007, 18(11): 2647.
- [6] REN Ai-nong, JU Jian-ming(任爱农, 鞠建明). Herbal Medicines(中草药) 1999, 30(8): 589.
- [7] CUI Xu-sheng, DONG Xue-hui, GUO Yu-hai(崔旭盛, 董学会, 郭玉海). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2012, 32(2): 529.
- [8] 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.
- [9] LI Shu-lan, GU Xuan, MA Dan, et al(李书兰, 顾萱, 马丹, 等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2006, 31(15): 1249.
- [10] CUI Lan-chong, LI Xiao-qin, HAN Ying, et al(崔兰冲, 李小琴, 韩莹, 等). China Journal of Chinese Materia Medica(中国中药杂志), 2007, 32(1): 33.

## Analysis of Mineral Elements in Different Organs of *Chrysanthemum Indicum* L. Based on ICP-AES

CUI Xu-sheng, GUO Yu-hai\*

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

**Abstract** ICP-AES technique was used to analyse the mineral elements in different organs of *Chrysanthemum indicum* L.. The results show that: (1) The content of K in root, stem, leaves and flower was the highest among macroelements, and can respectively reach to 15.84, 17.74, 31.52 and 37.55 mg · g<sup>-1</sup>, while the content of Fe was the highest in microelements in root, stem, leaves and flower, and can respectively reach to 3 219.90, 433.36, 1 519.46, and 1 426.63 μg · g<sup>-1</sup>. (2) The accumulation of K, P, Ca, Mg, Mn, Zn and Mo was highest in stem of *Chrysanthemum indicum* L., and can respectively reach to 240.61, 19.67, 74.87, 18.31 mg · plant<sup>-1</sup> and 893.00, 1 039.08, 2.85 μg · plant<sup>-1</sup>, while the accumulation of Na, Fe and Cu was highest in root, and can respectively reach to 11.51 mg · plant<sup>-1</sup>, 11 725.27 μg · plant<sup>-1</sup>, and 235.24 μg · plant<sup>-1</sup>. (3) The proportion of K : P, Ca : Mg, Fe : Mn, Zn : Cu was varied in different organs. The results of the study pinpoint the mineral elements in different organs of *Chrysanthemum indicum* L. and will be a scientific basis for fertilization.

**Keywords** ICP-AES technique; *Chrysanthemum indicum* L.; Mineral elements

(Received Feb. 9, 2012; accepted Apr. 11, 2012)

\* Corresponding author