

# 人工种植黄芩根、茎、叶、花、种子中营养元素的光谱分析

生吉萍, 陈海荣, 申琳\*

中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083

**摘要** 使用火焰原子吸收光谱法对人工种植黄芩的根、茎、叶、花、种子5个部位中的Ca, Cu, Fe, Mn, Zn, K六种矿物元素的含量进行了测定分析。结果表明, 黄芩各部位均含有丰富的矿物元素, 根中营养元素由高到低的顺序是为Ca > Fe > Cu > Mn > Zn > K, 茎中的为Fe > Mn > Zn = Cu > K > Ca, 叶中的为Fe > Mn > Zn > Cu > K > Ca, 花中的为Ca > Fe > Mn > Zn > Cu > K, 种子中的为Ca > Fe > Zn > Mn > Cu > K。研究认为人工种植黄芩茎、叶、花、种子中Fe, Mn, Zn含量皆较高, 花和种子中还富含Ca, 根中富含Ca和Fe元素。

**关键词** 火焰原子吸收分光光度法; 黄芩; 矿物元素

**中图分类号**: O657.3 **文献标识码**: A **DOI**: 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)02-0519-03

## 引言

黄芩为唇形科植物黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georsii) 植株。具有抗菌、抗病毒、抗炎、抗氧化、抗爱滋病、降血脂、提高机体免疫力等多种药理作用<sup>[1]</sup>。大量研究集中在黄芩中的黄酮类化合物<sup>[2]</sup>。除了对黄芩根及茎叶黄酮类成分的研究, 夏元初<sup>[3]</sup>曾测定了黄芩根中铁、锰、铜、锌、镍、铬、锶等矿物元素, 并认为黄芩根中含量较多的是前四种。然而未见对黄芩其他部位如茎、叶、花中的矿物元素进行测定的报道。

本文测定了人工种植黄芩植株不同部位Ca, Cu, Fe, Mn, Zn, K营养元素的含量, 为进一步解释黄芩的功能作用和开发黄芩的药用、食用价值提供理论依据。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器和测试条件

日立Z-5000型原子吸收分光光度计。测试条件见表1。

### 1.2 供试样品及处理方法

供试黄芩为北京门头沟人工种植三年生黄芩, 取黄芩植株各部位用去离子水洗净。

参照GB/T 13885-2003干灰化法。将坩埚置于电热板上加热, 至试料完全炭化, 避免试料燃烧。然后将坩埚转到已在550℃温度下预热15 min的马福炉中灰化3 h, 冷却后用2 mL水浸润坩埚中内容物。将10 mL 6 mol·L<sup>-1</sup>的盐酸

慢慢一滴一滴加入, 边加边旋动坩埚, 直到不冒泡为止。然后快速加入, 旋动坩埚并加热到内容物近乎干燥。用5 mL 6 mol·L<sup>-1</sup>的盐酸加热溶解残渣后, 分次用5 mL水将试料转移到50 mL容量瓶中, 定容并用滤纸过滤。

### 1.3 标准曲线制作

各元素标准系列工作液见表2。

Table 1 Instrument working conditions

元素	波长 / nm	灯电流 / mA	狭缝 / nm	空气流量 / (L·min <sup>-1</sup> )	乙炔气流量 / (L·min <sup>-1</sup> )
Cu	324.8	9.0	1.3	15.0	2.2
Zn	213.9	6.5	1.3	15.0	2.0
Fe	248.3	9.0	0.2	15.0	2.0
Mn	279.6	6.0	0.4	15.0	2.2
K	404.4	6.0	0.4	15.0	2.4
Ca	422.7	6.0	0.4	15.0	2.4

Table 2 Standard series solutions (μg·mL<sup>-1</sup>)

标准	Cu	Zn	Fe	Mn	K	Ca
STD0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
STD1	0.10	0.10	0.10	0.10	20.00	5.00
STD2	0.20	0.20	0.20	0.20	50.00	10.00
STD3	0.30	0.30	0.30	0.30	100.00	20.00
STD4	0.40	0.40	0.40	0.40	150.00	50.00
STD5	0.50	0.50	0.50	0.50	200.00	100.00

收稿日期: 2007-08-10, 修订日期: 2007-11-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(30671471, 30571296)和公益性行业(农业)科研专项项目(200803033)资助

作者简介: 生吉萍, 女, 1967年生, 中国农业大学食品科学与营养工程学院副教授 \*通讯联系人 e-mail: pingshen@cau.edu.cn

按表 1 仪器工作条件, 测定个标准系列工作液。由表 3 看出, 在试验范围内, 各元素线性关系良好。

**Table 3 Regression equation and correlation coefficient**

元素	回归方程	相关系数
Cu	$h = 2.57 \times 10^{-2}c - 1.71 \times 10^{-4}$	0.999 9
Zn	$h = -6.86 \times 10^{-2}c^2 + 2.32 \times 10^{-1}c + 8.21 \times 10^{-4}$	0.999 6
Fe	$h = 3.13 \times 10^{-2}c + 7.52 \times 10^{-3}$	0.999 1
Mn	$h = 6.95 \times 10^{-2}c + 7.14 \times 10^{-5}$	0.999 9
K	$h = 5.49 \times 10^{-4}c + 2.43 \times 10^{-3}$	0.999 6
Ca	$h = -3.63 \times 10^{-4}c^2 + 4.44 \times 10^{-2}c + 8.04 \times 10^{-4}$	0.997 9

#### 1.4 样品测定

按照表 1 仪器工作条件, 用原子吸收分光光度计测定样品液中各元素含量。测定时, 根据情况对试液进行不同倍数的稀释。

## 2 结果与讨论

### 2.1 结果

在各元素的含量上, 黄芩不同部位之间也存在着差异, 由高到低的顺序是, Cu 的含量为种子 > 根 = 叶 > 花 > 茎; Zn 的含量为种子 > 花 > 叶 > 茎 > 根; Fe 的含量为叶 > 花 > 种子 > 茎 > 根; Mn 的含量为叶 > 花 > 茎 > 种子 > 根; K 的含量为叶 > 花 > 茎 > 根 > 种子; Ca 的含量为花 > 根 > 种子 > 叶 > 茎。

人工种植黄芩植株的根、茎、叶、花和种子中含有丰富的 Ca, Cu, Fe, Mn, Zn, K 等营养元素。根中元素含量由高到低的顺序是 Ca > Fe > Cu > Mn > Zn > K。茎和叶中六种元素含量差异存在相似的规律, 茎中矿物元素含量由高到低的顺序是 Fe > Mn > Zn = Cu > K > Ca, 叶中为 Fe > Mn > Zn > Cu > K > Ca。花中为 Ca > Fe > Mn > Zn > Cu > K, 种子中为 Ca > Fe > Zn > Mn > Cu > K。

### 2.2 讨论

**Table 4 Content of six elements in different part of Scutellaria baicalensis (mg · kg<sup>-1</sup>)**

部位	Cu	Zn	Fe	Mn	K	Ca
根	7.80	2.11	69	7.2	0.96	625.0
茎	5.3	5.3	257	26.4	1.27	0.2
叶	7.8	11.8	928	60.9	2.87	0.68
花	6.0	20.0	770	29.0	2.39	1.240
种子	27.5	50.0	426	14.5	0.78	612

人工种植黄芩根、茎、叶、花和种子中含有丰富的 Fe, Mn, Zn。茎、叶 Fe 含量高于猪肝中 Fe 的含量, 长期摄入可以预防缺铁性贫血的发生<sup>[4]</sup>。Mn 与人体生命有着密切的联系, 能够增强人体免疫力, 延缓衰老的作用<sup>[5]</sup>, 叶子中 Mn 的含量最高。Zn 是人体内许多酶的组成成份或酶的激活剂, 人体内缺 Zn 会导致免疫功能的下降, 引起多种疾病, 儿童缺锌则可导致生长发育迟缓, 智力发育不良<sup>[6]</sup>, 叶、花和种子中含有丰富的 Zn。由本研究的测定结果可以看出, 利用人工种植黄芩的根、茎、叶、花和种子开发出系列保健品可成为人体补充 Fe, Mn, Zn 的有益来源。

人工种植黄芩各部位还含有丰富的 Ca, 花中含量最高达 1 240 mg · kg<sup>-1</sup>。黄芩根中 Fe, Cu, Mn, Zn 含量较高, 与夏元初<sup>[3]</sup>的研究结果一致, 本研究同时发现黄芩根中 Ca 含量也非常丰富, 高达 625 mg · kg<sup>-1</sup>, 是前人未报道的。Ca 是人体内重要的矿质元素, 是组成骨骼的重要成分。儿童缺 Ca 会引起佝偻病, 鸡胸等症, 严重影响生长发育, 成人缺 Ca 会引起骨质疏松症, 易发生骨折等严重事故<sup>[6]</sup>。黄芩花、种子、根中 Ca 含量远高于骨头中 Ca 含量, 因此富 Ca 的黄芩花、种子、根可能成为人体补充 Ca 的良好来源。

同一种营养元素在人工黄芩的不同部位含量不同。如人工种植的黄芩花、种子、根为富集 Ca 的部位, 而茎和叶中 Ca 含量较低。人工种植黄芩不同部位对不同矿物元素的富集不同, 可以根据此特点开发不同的药用或食用黄芩产品, 除了根之外, 充分利用黄芩的茎、叶、花和种子, 让黄芩资源更多地造福人类。

## 参 考 文 献

- [1] FU Hong, XIAO Xin-yue, ZHANG Nan-ping, et al(符洪, 肖新月, 张南平, 等). Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis(药物分析杂志), 2003, 23: 33.
- [2] LI Yun-xia, SUO Quan-ling, HE Wen-zhi, et al(李云霞, 索全伶, 贺文智, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(1): 131.
- [3] XIAN Yuan-chu(夏元初). Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy(中国现代应用药学), 1987, 4: 17.
- [4] TANG Tian-hua, LI Chun-lin, LI Xin, et al(唐天华, 李春林, 李新, 等). Chinese Journal of Natural Medicine(中国自然医学杂志), 2004, 6(1): 43.
- [5] WANG Lin-jing, FANG Shao-ying, ZHANG Feng-lei, et al(王林静, 方少瑛, 张风雷, 等). Studies of Trace Elements and Health(矿物元素与健康研究), 2006, 4(23): 33.
- [6] ZHANG Chuan-lai, LIU Zun-chun, SU Cheng-jun, et al(张传来, 刘遵春, 苏成军, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(3): 595.

## Determination of Six Mineral Elements in Roots, Stems, Leaves, Flowers and Seeds of *Scutellaria Baicalensis* by FAAS

SHENG Ji-ping, CHEN Hai-rong, SHEN Lin\*

College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

**Abstract** A study was carried out on the contents of six trace elements, Ca, Cu, Fe, Mn, Zn and K, in roots, stems, leaves, flowers and seeds of planted *Scutellaria baicalensis*, by flame atomic absorption spectrophotometry (FAAS). The results indicated that *Scutellaria baicalensis* was rich in trace elements, meaning that it has a relatively high nutritive value. In stems of *Scutellaria baicalensis*, the content sequence of the six trace elements was found to be  $Fe > Mn > Zn = Cu > K > Ca$ . In leaves, the content sequence of the six trace elements was  $Fe > Mn > Zn > Cu > K > Ca$ . In flowers and seeds it was  $Ca > Fe > Mn > Zn > Cu > K$ , and  $Ca > Fe > Zn > Mn > Cu > K$ , separately, and in roots it was  $Ca > Fe > Cu > Mn > Zn > K$ . The stems, leaves, flowers and seeds are rich in Fe, whose content is higher than that in pork liver, Mn and Zn, but lower in Ca. The flowers, seeds and roots are especially rich in Ca, whose content is higher than that in bone, indicating that different parts of *Scutellaria baicalensis* may accumulate different mineral element. This study, for the first time, researched into Ca, Cu, Fe, Mn, Zn and K contents in different parts of *Scutellaria baicalensis*, which helps explain the multifunction of *Scutellaria baicalensis* and provides theoretical basis for further developing its medical and edible value.

**Keywords** Flame atomic absorption spectrophotometry; *Scutellaria baicalensis*; Mineral elements

(Received Aug. 10, 2007; accepted Nov. 20, 2007)

\* Corresponding author