

鲜鸡肠与鸭肠、鹅肠中 6 种微量金属元素 含量对比研究

孙苗苗¹, 敖海英², 李华利³, 刘红粉³, 董惠钧^{1*}

(1. 聊城大学药学院, 聊城 252000; 2. 北京商贸学校, 北京 100162; 3. 山东中泰药业有限公司, 聊城 252000)

摘 要: **目的** 对比分析鸡肠与鸭肠和鹅肠中 6 种微量金属元素含量差异。**方法** 使用 $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ 体系消解样品, 采用火焰原子吸收光谱法对鸡肠中的 Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Mg 6 种微量金属元素进行测定。**结果** 方法学验证结果显示该方法的线性关系良好, 精密度、准确度和重复性良好。进一步测定了 3 种禽类肠组织中微量金属元素含量, 鸡肠中 6 种金属元素含量从高到低依次为 $\text{Ca}>\text{Fe}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Mn}>\text{Cu}$; 在鸭肠中则为 $\text{Ca}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Fe}>\text{Mn}>\text{Cu}$; 在鹅肠中则为 $\text{Ca}>\text{Fe}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Mn}>\text{Cu}$ 。3 种家禽肠组织中, 鸡肠的 Fe、Mn 和 Cu 元素的含量明显高于鸭肠和鹅肠, 大约高 2~4 倍, 而 Ca 含量则远低于鸭肠和鹅肠, 仅为两者的 1/5~1/7, Mg 和 Zn 的含量在 3 种家禽肠组织中相近。**结论** 鸡肠中除 Ca 元素外, 其余 5 种元素都高于或等于鸭肠和鹅肠, 因此在作为动物性中药材使用时, 不建议用鸭肠或鹅肠代替鸡肠。

关键词: 鸡肠; 鸭肠; 鹅肠; 金属元素; 火焰原子吸收光谱法

Comparison of 6 kinds of trace metal elements in fresh chicken intestines, duck intestines and goose intestines

SUN Miao-Miao¹, AO Hai-Ying², LI Hua-Li³, LIU Hong-Fen³, DONG Hui-Jun^{1*}

(1. School of Pharmacy, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China; 2. Beijing Business School, Beijing 100162, China; 3. Shandong Zhongtai Pharmaceutical Limited Corporation, Liaocheng 252000, China)

ABSTRACT: Objective To compare the difference of 6 kinds of trace metal elements content in chicken intestines, duck intestines and goose intestines. **Methods** The samples were digested by the complex liquid of nitric acid and perchloric acid, and the content of trace metallic elements Ca, Fe, Mn, Zn, Cu and Mg in chicken intestines was determined by flame atomic absorption spectrometry. **Results** The results of methodological verification showed that the method presented well linear relationship, precision, accuracy and reproducibility. The orders of 6 metal elements content in chicken intestines, duck intestines and goose intestines were $\text{Ca}>\text{Fe}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Mn}$, $\text{Ca}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Fe}>\text{Mn}>\text{Cu}$ and $\text{Ca}>\text{Fe}>\text{Zn}>\text{Mg}>\text{Mn}>\text{Cu}$ from high to low, respectively. Among the 3 kinds of poultry intestines, the contents of Fe, Mn and Cu in chicken intestines were significantly higher than those in duck intestines and goose intestines, about 2 to 4 times higher than that in duck intestines and goose intestines. However, the content of Ca in chicken intestine was much lower than that in duck intestine and goose intestine, which was only 1/5 to 1/7 of both. The contents of mg and Zn in chicken intestine were similar to those in duck intestine and goose intestine.

*通讯作者: 董惠钧, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为中药经方药效学与新剂型研究。E-mail: donghuijun_747@163.com

*Corresponding author: DONG Hui-Jun, Associate Professor, School of Pharmacy, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China. E-mail: donghuijun_747@163.com

Conclusion Except for Ca, the other five elements in chicken intestines are higher than or equal to duck intestines and goose intestines, so it is not recommended to use duck intestines or goose intestines instead of chicken intestines when used as animal traditional Chinese medicine.

KEY WORDS: chicken intestines; duck intestines; goose intestines; metal elements; flame atomic absorption spectrometry

1 引言

鸡肠、鸭肠和鹅肠是人们日常生活中餐桌上的美味,但不为大家所知的是鸡肠还是一味中药材。鸡肠为雉科动物家鸡 *Callus gallus domesticus* Brisson 的新鲜或干燥肠,具有补虚和止遗功效^[1-4],收录于《山东省中药材标准》(2012 版)。研究表明,鸡肠除含有丰富的蛋白质和氨基酸外,还含有血管活性肠肽(vasoactive intestinal peptide, VLP),胆囊收缩素(cholecystokinin, CCK),蛙皮素(bombesin),胰高糖素(glucagon)和P物质(substance P, SP)等^[5,6]。现代药理学研究表明,鸡肠水浸提物可调节兔离体膀胱组织逼尿肌和括约肌的收缩,且具有神经递质样的生物学功能^[7]。目前山东中泰药业中药独家品种健脾止遗片的主要成分就是鸡肠,用于治疗脾胃不和的小儿遗尿症^[8,9]。

20 世纪 80 年代以来的 30 多年实验研究和临床试验证明,微量金属元素与中药的四性五味、归经和药效存在统计学规律。例如寒凉药中 Fe 含量最高,温热药中 Mn 含量最高,平性药中 K 最低;苦味药中微量金属元素的总含量最低,而咸味药中最高,辛味药较高,甘味药适中,因此微量金属元素是一切中药的基本成分,是中药有效成分的核心组分,也是传统中药理论量化的物质基础^[10]。

早在《神农本草经》中就记载鸡肠“主遗溺”,主要成分有蛋白质、氨基酸和微量金属元素,其中蛋白质和多肽类物质研究已有报道^[5,6],但其中微量金属元素研究鲜有报道。本研究对鸡肠、鸭肠和鹅肠中的 6 种金属元素进行了分析对比,为下一步研究鸭肠或鹅肠替代鸡肠入药的可行性提供参考和依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

AA-6880 型原子吸收光谱仪(日本岛津株式会社); DV215CD 型电子天平[奥豪斯仪器(上海)有限公司]; Field X 型超纯水机[费尔德(北京)科学仪器有限公司]; Ca、Fe、Mn、Zn、Cu、Mg 空心阴极灯(北京曙光电子光源仪器有限公司)。

金属元素的标准溶液(质量浓度均为 1000 mg/L,国家

钢铁材料测试中心钢铁研究总院制备);浓硝酸、高氯酸(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);实验用水为超纯水。

鸡肠由山东中泰药业有限公司提供,共 4 批次。鸭肠和鹅肠购自聊城市各农贸市场不同商户,各 4 批次。

2.2 实验方法

2.2.1 器皿的预处理

实验过程中所用玻璃器皿均用 1% 稀硝酸浸泡 24 h,以便除去杂质干扰,然后用蒸馏水冲洗,再用去离子水冲洗 2~3 遍,烘干备用。

2.2.2 样品溶液制备

将鸡肠/鸭肠/鹅肠样品用超纯水清洗干净,置于 80 °C 的干燥箱中烘干,粉碎,过筛(60 目)。称取各样品粉末 2.0 g 置于 250 mL 三角瓶中,加入 20 mL 混合酸(硝酸-高氯酸 4:1, V:V),放置过夜,加热消解。在通风橱中先低温加热至棕色烟冒尽后调至高温(120 °C)加热,直至冒白烟,出现白色残渣,加少量水继续加热赶酸,取下冷却。转入 50 mL 容量瓶中,并用 1%硝酸定容,摇匀,得到供试样品液,待测;用同样方法制得试样空白溶液,待测^[11,12]。

2.2.3 标准溶液的制备

1) Ca、Cu、Fe、Mg 标准溶液的配制

分别取 5 mL 浓度为 1000 mg/L 的 Ca、Fe、Cu、Mg 标准溶液,置于 50 mL 的聚乙烯容量瓶中,用 1%的 HNO₃ 溶液定容,分别制得质量浓度为 100 mg/L 的 Ca、Cu、Fe、Mg 标准液;再分别取 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mL 上述配制好的标准液,置于 50 mL 聚乙烯容量瓶中,用 1% HNO₃ 定容,分别得到质量浓度分别为 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mg/L 的 Ca、Cu、Fe、Mg 标准系列溶液。

2) Mn 和 Zn 标准溶液的配制

分别取 5 mL 浓度为 1000 mg/L 的 Mn 和 Zn 标准溶液,置于 50 mL 的聚乙烯容量瓶中,用 1%的 HNO₃ 溶液定容,分别制得浓度为 100 mg/L 的 Mn 和 Zn 标准液;再分别取 0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0 mL 上述配制好的标准液,置于 50 mL 聚乙烯容量瓶中,用 1% HNO₃ 定容,分别得到浓度分别为 0.4、0.8、1.2、1.6 和 2.0 mg/L 的 Mn 和 Zn 标准系列溶液。

3) 仪器工作条件

使用岛津 AA6880 型原子吸收光谱仪,选用空气-乙炔火焰,采用线性计算截距法进行测定,仪器工作条件见表 1。

表 1 仪器工作条件
Table 1 Work parameters of instrument

元素	灯电流 /mA	狭缝 (H)	波长 /nm	空气流量 /(L/min)	乙炔气流量 /(L/min)
Mn	10	0.2	279.5	15.0	2.0
Zn	8	0.7	213.9	15.0	2.0
Cu	8	0.7	324.8	15.0	1.8
Ca	4	0.2	442.7	15.0	2.2
Mg	8	0.7	285.2	15.0	1.8
Fe	20	0.2	248.3	15.0	1.8

3 结果与分析

3.1 方法学验证

3.1.1 线性关系和线性范围

线性关系考察是目标物定量测定的基础,需考察在一定的浓度设计范围内,检测结果吸光值(A)与目标物称定浓度(C)的线性关系。按表 1 的工作条件,测定制备的 Ca、Fe、Mn、Zn、Cu、Mg 标准系列溶液,采用线性计算截距绘制标准曲线,得到各元素的回归方程和相关系数。结果显示除 Mg 元素的线性相关性低于 0.9900,其余 5 种元素的浓度与吸光值之间的线性相关性均高于 0.9900(表 2)。表明方法的线性关系良好。

表 2 回归方程和相关系数
Table 2 Regression equation and correlation coefficient of metal elements

元素	回归方程	r	线性范围/(mg/L)
Mn	A=0.23982C	0.9995	0.4~2.0
Zn	A=0.38805C	0.9957	0.4~2.0
Cu	A=0.16272C	0.9995	1.0~5.0
Ca	A=0.072991C	0.9988	1.0~5.0
Mg	A=0.92032C	0.9899	1.0~5.0
Fe	A=0.10380C	0.9977	1.0~5.0

3.1.2 精密度考察

精密度是考察结果重现性的重要指标,是准确度的先决条件。本实验分别配制 6 种金属元素 Fe、Ca、Mn、Zn、Cu、Mg 质量浓度分别为 3.0、3.0、1.2、1.2、3.0、1.2 mg/L 的标准溶液,分别连续进样 6 次进行测定浓度并计算相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)值。Fe、Ca、Mn、Zn、Cu、Mg 元素精密度测定 RSD 分别为 0.28%、1.53%、0.84%、0.73%、0.52%、0.08%,数值均小于 2.0%。结果表明仪器精密度良好。与目前另一种广泛使用的电感耦合等离子体发射光谱法(inductively coupled plasma

atomic emission spectrometry, ICP-AES)相比,火焰原子吸光光度法在精密度近似。朱琼等^[13]用 ICP-AES 法测定了碘海醇原料药中的铜、铁、铝含量,精密度考察结果 RSD 分别为 0.31%、0.62%和 1.23%(n=7)。

3.1.3 重复性试验

取 1 号鸡肠样品 4 份,按 2.2.2 项下分别制备样品液,在表 1 的仪器工作条件下,测定 Fe、Ca、Mn、Zn、Cu、Mg 含量,并计算 4 次测定的 RSD 值,Fe、Ca、Mn、Zn、Cu、Mg 元素的 RSD 分别为 2.96%、5.84%、3.70%、1.45%、0.91%、0.50%。其中 Zn、Cu 和 Mg 3 种元素的 RSD 值小于 2%,表明该方法测定这 3 种元素的重复性好;而 Fe 和 Mn 元素的 RSD 值大于 2%,小于 5%,表明该方法重复性较好;Ca 元素的 RSD 值大于 5%,表明该方法的重复性一般。

3.1.4 稳定性试验

分别取测定重复性后的样品溶液,放置 24 h 后,同法测定 Fe、Ca、Mn、Zn、Cu、Mg 含量,结果表明 Mn 和 Ca 的相对误差小于 2.5%,稳定性较好,而其余 4 种元素的相对误差均小于 1.5%,表明此 4 种元素的稳定性良好(表 3)。

表 3 样品稳定性试验
Table 3 Stability tests of samples

元素含量	Mn	Zn	Cu	Ca	Mg	Fe
0 h	13.55	55.92	8.34	175.57	31.60	115.28
24h	13.23	56.01	8.22	171.28	31.29	114.98
相对误差 /%	2.4	0.2	1.4	2.4	0.9	0.3

3.1.5 加样回收试验

取已知含量的鸡肠 1 号样品 6 份,其中 5 份分别加入 Ca、Cu、Mn、Fe、Zn、Mg 标准溶液,按照 2.2.3 标准溶液制备方法分别制备加标样品液;另一份为原样品,按照 2.2.2 样品溶液制备方法制备样品液。同时制备试样空白。在表 1 的仪器工作条件下进行测定,并计算各元素的加标回收率。结果显示 6 种元素的平均加标回收率在 83%~99% 之间,RSD 值均小于 5.0%(表 4),表明该方法准确度较高。

表 4 6 种元素平均加样回收率(n=6)
Table 4 Average sample recovery rate of six metal elements(n=6)

元素	原含量 /μg	加入量 /μg	测定值 /μg	平均回收率 /%	RSD /%
Mn	13.55	20	30.65	91.35	4.07
Zn	55.92	15	61.14	86.21	1.73
Cu	8.34	30	37.33	97.37	1.92
Ca	175.57	150	319.84	98.24	4.94
Mg	31.60	10	34.79	83.64	0.60
Fe	115.28	30	138.70	95.47	3.46

3.2 样品对比分析

在对火焰原子吸收光谱法完成方法学验证的基础上, 对 3 种不同批次的家禽肠组织中的 6 种微量金属元素含量进行了定量测定, 旨在对比鸡肠与鸭肠和鹅肠在重要功能性微量金属元素方面的差异, 为进一步的药理学对比研究提供数据和支撑。

按照 2.2.2 样品溶液制备方法制备样品液, 在表 1 的仪器工作条件下进行测定。其中测定 Fe、Ca 的含量时, 样品液需稀释 5 倍后再测定。结果显示鸡肠中 6 种金属元素含量从高到低依次为 Ca>Fe>Zn>Mg>Mn>Cu; 在鸭肠中则为 Ca>Zn>Fe≈Mg>Mn>Cu; 在鹅肠中则为 Ca>Fe≈Zn>Mg>Mn>Cu(表 5)。可以看出, 钙、铁、锌 3 种元素是家禽类肠组织中含量较高的元素, 其中 Ca 元素含量最高, 鹅肠中钙元素达到 1258 μg/g, 高于鸭肠的 865.83 μg/g, 远高于鸡肠的 175.58 μg/g。对于 Mn 元素, 鸡肠中含量高于鸭肠和鹅肠, 平均值为 13.09 μg/g, 而鸭肠和鹅肠相差不多, 分别为 6.63 和 6.34 μg/g。对于 Zn 和 Mg 元素, 3 种家禽肠中的含量相当, 分别为 55~56 μg/g 和 31~34 μg/g。对于 Cu 元素, 鸡肠中的含量最高, 均值为 8.34 μg/g, 大约是鸭肠和鹅肠的 2 倍。对于 Fe 元素, 则是鸡肠中最高, 平均为 115.28 μg/g, 约是鸭肠和鹅肠的 4 倍和 2 倍(表 5)。

从上述测定结果可以看出, 在 3 种家禽肠组织中, 6 种微量金属元素的含量高低顺序类似。对比来看, 除了 Ca 元素以外, 鸡肠中其他 5 种元素均高于或约等于鸭肠和鹅肠, 其中 Mn、Cu 和 Fe 元素高于鸭肠和鹅肠, Zn 和 Mg 元素与鸭肠和鹅肠相当, 而 Ca 含量仅为鸭肠和鹅肠的 1/5~1/7。

表 5 4 批次家禽肠组织中 6 种微量金属元素含量(μg/g, n=12)
Table 5 Contents of 6 trace metal elements in intestines of 4 batches of poultry(μg/g, n=12)

元素 类别	Mn	Zn	Cu	Ca	Mg	Fe
鸡肠	13.09	55.92	8.34	175.58	31.60	115.28
鸭肠	6.63	55.65	4.16	865.83	31.80	30.12
鹅肠	6.34	56.98	4.65	1258.42	34.11	58.43

4 结论与讨论

现代研究已经表明, 微量金属元素是一切中药的基本成分, 其可以以含水络合离子、有机金属配合物以及有机药成分/微量元素复合物形式发挥作用^[14]。这些微量金属元素的种类和含量高低都会对人的机体产生影响。另外, 现代中药鉴别和质量控制中, 微量元素指纹图谱也被用于中药特别是中药饮片的质量控制^[15]。鸡肠是一种中药材, 用于治疗遗尿、遗精、白浊和痔漏, 但其药理活性成分至

今还未被确认, 蛋白质和多肽类成分是可能的药理活性成分, 但所含微量元素的生理功能亦不能被忽视^[15]。另外, 鸡肠与鸭肠和鹅肠同属家禽类肠组织, 是否也具有类似的药理学活性, 是否能够代替鸡肠入药, 是值得探讨的问题。因此, 本研究对 3 种家禽肠组织中 6 种具有重要生理功能的微量金属元素进行了定量测定。

研究结果表明, 采用火焰原子吸收光谱法可以准确快速的对 Ca、Fe、Mn、Cu、Mg 和 Zn 6 种元素进行定量测定, 线性关系和线性范围、精密度、重复性、稳定性和加样回收率等符合验证要求。定量对比 4 个不同批次的 3 种禽类肠组织中的金属元素含量发现, 在 3 种家禽肠组织中, 6 种微量金属元素的含量高低顺序类似, 除 Ca 元素以外, 鸡肠中其他 5 种元素均高于或约等于鸭肠和鹅肠。

在下一步研究中, 我们将分别制备 3 种家禽肠组织提取物, 在体外考察对家兔离体膀胱括约肌和逼尿肌的药理作用, 结合本文的研究结果, 综合评估鹅肠和鸭肠对鸡肠的可替代性。

参考文献

[1] 刘继兰, 延汝谦, 卢文高, 等. 鸡肠的药理作用[J]. 中草药, 1992, (12): 639-640.
Liu JL, Yan RQ, Lu WG, et al. Pharmacological effects of chicken intestines [J]. Chin Trad Herb Drugs, 1992, (12): 639-640.

[2] 刘继兰, 延汝谦, 卢文高, 等. 鸡肠对兔离体膀胱括约肌的作用[J]. 中国生化药物杂志, 1992, (3): 67-68.
Liu JL, Yan RQ, Lu WG, et al. The effect of chicken intestines on the bladder sphincter of rabbits *in vitro* [J]. Chin J Biochem Pharm, 1992, (3): 67-68.

[3] 张立平. 鸡肠散治愈顽固性遗尿 1 例[J]. 疑难病杂志, 2002, 1(1): 16.
Zhang LP. Treatment of obstinate enuresis with Jichang powder: A case report [J]. Chin J Difficult Compl Cases, 2002, 1(1): 16.

[4] 易竞阳, 俞惠英. 鸡肠散治疗小儿遗尿临床观察[J]. 西部中医药, 2007, 20(11): 38.
Yi JY, Yu HY. Clinical observation on treatment of enuresis in children with Jichang powder [J]. Western J Trad Chin Med, 2007, 20(11): 38.

[5] 尚素芬, 王洪. 鸡肠中氨基酸含量的高效液相色谱分析[J]. 氨基酸和生物资源, 1997, (1): 22-24.
Shang SF, Wang H. Analysis of amino acid in chicken intestines with high performance liquid chromatography [J]. Amino Acid Biotic Res, 1997, (1): 22-24.

[6] 刘伟, 任慧霞. 鸡肠中血管活性肠肽的提取与测定[J]. 中国生化药物杂志, 2010, 31(4): 257-258.
Liu W, Ren HX. Extraction and determination of vasoactive intestinal peptide in intestine of chicken [J]. Chin J Biochem Pharm, 2010, 31(4): 257-258.

[7] 赵雪. 健脾止遗片有效成分的分离、分析及其对家兔膀胱明胶酶作用的研究[D]. 济南: 山东大学, 2006.
Zhao X. Purification and analysis of the effective components of Jianpizhiyi tablets and the study of their role on gelatinase of rabbit's

- bladder [D]. Ji'nan: Shandong University, 2006.
- [8] 刘伟. 健脾止遗片药物中有效成分的研究[D]. 济南: 山东大学, 2009.
Liu W. Study on the effective components of Jianpizhiyi tablets [D]. Ji'nan: Shandong University, 2009.
- [9] 韩淑莲, 程显好, 盈坤. 健脾止遗片鸡肠提取工艺的比较[J]. 食品与药品, 2006, 8(11): 57-58.
Han SL, Cheng XH, Ying K. Comparison of extraction technologies about chicken intestine of Jianpizhiyi tablet [J]. Food Drug, 2006, 8(11): 57-58.
- [10] 秦俊法, 陈磐华. 中国的中药微量元素研究 I. 微量元素: 一切中药的基本成分[J]. 广东微量元素科学, 2010, 17(11): 1-18.
Qin JF, Chen PH. The research of trace elements of Chinese medicine in China I. trace element: The basic ingredients of all Chinese medicine [J]. Guangdong Trace Elem Sci, 2010, 17(11): 1-18.
- [11] 庄舒翔, 刘天扬. 中药微量元素的检测与质量控制[J]. 亚太传统医药, 2012, 8(1): 40-41.
Zhuang SX, Liu TY. Testing and quality control of traditional Chinese medicine trace elements [J]. Asia-Pacific Trad Med, 2012, 8(1): 40-41.
- [12] 陈金鹏. 火焰原子吸收光谱法测定木瓜中 7 种微量元素的含量[J]. 化学分析计量, 2019, 28(1): 72-75.
Chen JP. Determination of the content of seven kinds of trace elements in papaya by flame atomic absorption spectrometry [J]. Chem Anal Meter, 2019, 28(1): 72-75.
- [13] 朱琼, 严家文, 钱保勇, 等. 电感耦合等离子体发射光谱法检测碘海醇原料药中铜、铁、铝含量[J]. 中国药业, 2018, 27(15): 24-26.
Zhu Q, Yan JW, Qian BY, *et al.* Content determination of Cu, Fe, Al in iohexol active pharmaceutical ingredient by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry [J]. China Pharm, 2018, 27(15): 24-26.
- [14] 秦俊法. 中国的中药微量元素研究III. 微量元素: 中药性效果量化的物质基础[J]. 广东微量元素科学, 2011, 18(1): 1-10.
Qin JF. The research of trace elements of Chinese medicine in China III. Trace element: material basis of quantifying property and efficacy of Chinese medicine [J]. Guangdong Trace Elem Sci, 2011, 18(1): 1-10.
- [15] 秦俊法, 林宣贤. 中国的中药微量元素研究II. 微量元素: 中药有效药成分的核心组分[J]. 广东微量元素科学, 2010, 17(12): 1-12.
Qin JF, Lin XX. The research of trace elements of Chinese medicine in China II. Trace element: The core composition of effective drug components of Chinese medicine [J]. Guangdong Trace Elem Sci, 2010, 17(12): 1-12.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

孙苗苗, 主要研究方向为生物制药。
E-mail: 1842997315@qq.com



董惠钧, 副教授, 主要研究方向为中药经方药效学与新剂型研究。
E-mail: donghuijun_747@163.com