

王苗苗, 罗庆华, 王海磊, 等. 张家界大鲵肌肉中矿物质元素的测定及评价[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 238–239, 312.

# 张家界大鲵肌肉中矿物质元素的测定及评价

王苗苗<sup>1</sup>, 罗庆华<sup>1</sup>, 王海磊<sup>1</sup>, 吴沛霖<sup>2</sup>, 王建文<sup>3</sup>, 向建国<sup>4</sup>

(1. 吉首大学林产化工工程湖南省重点实验室, 湖南张家界 427000; 2. 中南民族大学生命科学学院, 湖北省武汉 30074;

3. 张家界金鲵生物工程股份有限公司, 湖南张家界 427000; 4. 湖南农业大学动物科技学院, 湖南长沙 410128)

**摘要:**用火焰原子吸收分光光度法测定张家界大鲵肌肉中 Fe、Zn、Cu、Mn、K、Na、Ca、Mg 等的含量, 用荧光法测定 Se 含量, 用分光光度法测定 P 含量。结果显示, 常量元素含量大小依次为 K > P > Na > Ca > Mg, 微量元素含量大小依次为 Zn > Fe > Cu > Mn > Se, 除了锰与磷之外的大鲵肌肉中含量高于其他地区的大鲵。张家界大鲵较名贵动物 Se、K、P、Zn 含量高, 分别为 0.917 μg/g、22 016.53 mg/kg、7 484.46 mg/kg、109.63 mg/kg。张家界大鲵可为人体提供丰富的矿物质。

**关键词:**肌肉; 矿物质元素; 火焰原子吸收分光光度法; 荧光法; 张家界大鲵

**中图分类号:** TS254.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)05–0238–02

中国大鲵(*Andrias davidianus*)属于两栖纲有尾目隐鳃鲵科。大鲵数量稀少, 属于国家二级保护动物, 并被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 I 中<sup>[1]</sup>。为了保护大鲵, 1996 年 11 月, 国务院批准建立了湖南省张家界大鲵国家级自然保护区。大鲵具有很高的科研、食用、医药、美容和观赏价值<sup>[2]</sup>。张家界市长期以来按照“加强资源保护、积极驯养繁殖、合理开发利用”的野生动物保护方针, 大力开展大鲵保护与驯养繁殖工作, 大鲵驯养已经初具规模, 大鲵深加工产品已经投放市场, 大鲵产业体系基本形成。2011 年 12 月, 张家界大鲵获评“国家地理标志保护产品”。

关于大鲵营养成分的研究主要集中在其肌肉的一般营养成分、氨基酸与脂肪酸成分分析, 少数报道涉及大鲵矿物质成分<sup>[3–7]</sup>, 但是分析的矿物质种类不全面<sup>[3–7]</sup>, 分析所用样本数量少(1~3 尾)<sup>[3–6]</sup>, 所报道的结果差距大, 需要进一步对其进行系统分析, 探索适宜的分析方法与准确的结果。矿物质在维持人类健康、防治疾病和增强免疫方面有着极为重要的作用。本研究对张家界大鲵肌肉中 10 种矿物质进行全面分析, 探明其中的矿物质营养含量, 为张家界大鲵的开发利用提供科学理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

张家界大鲵来自湖南省张家界金鲵生物工程股份有限公司桑植县芙蓉桥养殖基地的隧洞中(29°28′ N、110°13′ E, 海拔 330 m), 为按照“张家界大鲵养殖标准”饲养的产品; 共 5 尾, 体重 2.0~3.0 kg/尾, 每尾大鲵分别取其背腹部肌肉, 用

绞肉机绞碎, 置于超低温冰箱中 24 h, 冷冻干燥, 保存在干燥器中, 供测定矿物质用。每尾大鲵做 3 个重复。

### 1.2 仪器与试剂

U–3900 紫外可见分光光度计(日本日立公司), T–7000 FL 荧光分光光度计(日本日立公司), AA–680 原子吸收分光光度计(日本岛津公司), MDF–29 超低温冰箱(日本三洋公司), FD5–32 真空冷冻干燥机(西盟国际集团), SX–4–10 箱式电阻炉(天津玛福尔科技有限公司)。硝酸、高氯酸、硫酸和盐酸均为优级纯。

### 1.3 方法

1.3.1 灰分的测定 参照 GB 5009.4—2010《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》进行测定。

1.3.2 Fe、Zn、Cu、Mn、K、Na、Ca、Mg 的含量测定 称取混合均匀的固体试样约 3.000 0 g, 参照 GB 5413.21—2010《食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中钙、铁、锌、钠、钾、镁、铜和锰的测定》进行测定。

1.3.3 Se 含量的测定 称取备用样品约 0.300 0 g, 参照 GB 5009.93—2010《食品安全国家标准 食品中硒的测定》, 采用荧光法测 Se 含量。

1.3.4 P 的测定 称取备用样品约 0.500 0 g, 参照 GB 5413.22—2010《食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中磷的测定》, 采用分光光度法测 P 含量。

### 1.4 数据统计

采用 SPSS 10.0 统计软件, 用 one–way ANOVA 检验法对不同组织内含量的差异分别进行显著性分析, 结果以“平均值±标准差”表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 灰分

张家界大鲵肌肉干样中灰分为(41.03±1.21) g/kg。

### 2.2 矿物质元素含量

张家界大鲵肌肉中 10 种元素的含量见表 1。K、Na、Ca、Mg、P 是常量元素, 张家界大鲵肌肉中含量大小依次为 K > P > Na > Ca > Mg, Mg 和 P 在张家界大鲵肌肉中含量波动较

收稿日期: 2013–09–03

基金项目: 国家星火计划(编号: 2012GA770003); 湖南省张家界市科技计划(编号: 2012YB08); 吉首大学校级课题(编号: 13JDY056)。

作者简介: 王苗苗(1988—), 女, 河北邯郸人, 硕士研究生, 主要从事农产品加工研究。E–mail: wangmiaomiaoli@163.com。

通信作者: 罗庆华, 女, 硕士, 教授, 主要从事林业工程研究。E–mail: lqh700930@126.com。

K、Na、Ca 大。微量元素在体内含量较少,在抗病、防癌、延年益寿等方面都起着非常重要的作用。张家界大鲵中微量元素含量大小依次为 Zn>Fe>Cu>Mn>Se,Zn 的波动较 Fe、Cu、

Mn、Se 大。微量元素的波动比常量元素较小,在张家界大鲵体内含量比较稳定。

表 1 大鲵与几种动物肌肉中矿物质元素含量

动物种类	K(mg/kg)	Mg(mg/kg)	P(mg/kg)	Na(mg/kg)	Ca(mg/kg)
张家界大鲵	22 016.53 ±437.89	2 107.32 ±100.39	7 484.46 ±497.60	5 474.79 ±376.39	2 225.39 ±51.77
靖安大鲵 <sup>[3]</sup>	14 762		9 333	2 952	
汉中大鲵 1 <sup>[4]</sup>	11 849.6 ±738.4	848.6 ±55.3		2 410.4 ±808.8	505.9 ±25.3
汉中大鲵 2 <sup>[5]</sup>		45.72 ±0.27			53.48 ±1.28
白燕窝 <sup>[8]</sup>	113.02	1 306.61		12 856.14	6 318.1
鲍鱼 <sup>[9]</sup>		3 870			511
甲鱼 <sup>[10]</sup>	4 400	674.8	6 400	2 148	2 451.6
糙参 <sup>[11]</sup>	2 193.25	3 632.12	224.25	22 587.23	4 585.84
动物种类	Zn(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Se(μg/g)
张家界大鲵	109.63 ±11.24	56.49 ±2.92	3.73 ±0.00	1.69 ±0.00	0.917 ±0.073
靖安大鲵 <sup>[3]</sup>	76.2	24	3.3		
汉中大鲵 1 <sup>[4]</sup>	101.2 ±22.0	12.3 ±2.5	1.6 ±0.7		
汉中大鲵 2 <sup>[5]</sup>	32.66 ±0.29	21.9 ±0.30	1.62 ±0.04	5.37 ±0.09	
白燕窝 <sup>[8]</sup>	2.11	28.35	4.43	1.33	0.23
鲍鱼 <sup>[9]</sup>	33.5	58.5	34.5	1.1	
甲鱼 <sup>[10]</sup>	109.36	385.56		1.32	0.832
糙参 <sup>[11]</sup>	52.53	140.21	6.1	3.23	0.113

由表 1 可见,与其他地区的大鲵肌肉矿物质元素含量相比,张家界大鲵中的 Fe、Zn、Cu、K、Na、Ca、Mg 含量均较大,Fe 含量是靖安大鲵与汉中大鲵 2 的 2 倍多,是汉中大鲵 1 的 4 倍多;Ca 含量是汉中大鲵 1 的 4 倍多,是汉中大鲵 2 的 40 倍;Mg 含量是汉中大鲵 1 的 2 倍多,是汉中大鲵 2 的 50 倍;仅汉中大鲵 2 的 Mn 含量、靖安大鲵的 P 含量高于张家界大鲵。Fe 在呼吸和生物氧化过程中起重要作用,缺乏 Fe 可引起缺铁性贫血。Ca 是构成骨骼和牙齿的主要成分,参与正常神经脉冲传导。Mg 是许多酶的激活剂,是心血管的保护因子,缺乏 Mg 表现为肌肉痉挛,严重时导致精神错乱。张家界大鲵的矿物质营养水平高于其他地区大鲵。此外,汉中大鲵 1、汉中大鲵 2 和张家界大鲵矿物质元素含量的差别均很大,尽管汉中大鲵 1 与汉中大鲵 2 均来自汉中不同养殖基地。原因可能是:(1)分析检测方法不同。在样品处理时,汉中大鲵 2 进行湿法消解,汉中大鲵 1 和本试验采用干法灰化法,湿法消解所测得的数据较低,可能是因为所测元素湿法溶解率较低。(2)养殖环境不同。水体中含矿物质有差异,进而引起大鲵矿物质元素含量的差异。(3)养殖方式的差异。饵料中矿物质含量不同也会导致大鲵产品中矿物质含量的差异。

张家界大鲵 K、P、Zn、Se 含量均高于白燕窝、鲍鱼、糙参和甲鱼(表 1)。这些元素在体内有着重要意义,K 为细胞内的主要阳离子,参与细胞内酸碱平衡、神经肌肉的应激性;P 是骨骼与软组织结构的重要组成部分;Zn 是体内许多酶的组成部分或酶的激活剂,缺 Zn 会影响胎儿发育,还可能导致青少年性发育障碍。大鲵肌肉中 Ca 的含量不如白燕窝和甲鱼,人体中 Ca:P 通常为 2:1,在食用大鲵肌肉时,和含 Ca 量较高食物搭配,营养效果更佳。

张家界大鲵肌肉中 Se 含量为 0.917 μg/g,高于白燕窝、糙参和甲鱼。Se 保护心血管和心肌健康,是天然的重金属解毒剂。我国是个缺 Se 大国,2/3 属缺 Se 地区。联合国组织(FAO/WHO/IEA)制定了人体日膳食供给量中应补充 Se

400 μg 的标准,我国大部分地区人均每日 Se 摄入量仅在 50~250 μg 之间。中国营养学会修订的“每日膳食营养素供给量”已将 Se 列为 15 种每日膳食营养素之一。大鲵中 Se 含量十分丰富,是白燕窝的 4 倍,糙参的 8 倍,已经达到富 Se 标准(0.20~2.00 μg/g),可作为人类良好的 Se 的食物来源,提高了张家界大鲵的营养价值。

3 结论

利用火焰原子吸收光谱法测定 Fe、Zn、Cu、Mn、K、Na、Ca、Mg,荧光法测 Se,分光光度法测 P,对 5 尾张家界大鲵肌肉中的矿物质元素含量进行测定,与其他地区大鲵以及白燕窝、鲍鱼、甲鱼、海参进行对比分析。张家界大鲵肌肉中 Fe、Zn、Cu、K、Na、Ca、Mg 含量高于靖安大鲵、汉中大鲵 1 和汉中大鲵 2,张家界大鲵矿物质营养水平优于其他大鲵产品。张家界大鲵在矿物质营养水平优于白燕窝、鲍鱼、糙参和甲鱼,能为人体提供丰富的矿物质,营养价值高。该研究结果为大鲵肌肉的营养与深加工提供了理论依据,同时也为大鲵饲料矿物质配比提供了参考。

参考文献:

[1]汪松,赵尔宓分,国家环境保护局,等. 中国濒危动物红皮书——两栖类和爬行类[M]. 北京:科学出版社,1998:30-32.  
[2]张神虎. 大鲵药用价值及人工养殖[J]. 广西农业生物科学, 2001,20(4):309-310.  
[3]艾为明,陈少波,曾国权,等. 人工模拟生态养殖子二代大鲵肌肉营养成分分析[J]. 水生生态学杂志,2008,1(6):120-123.  
[4]李莉,顾赛麒,王锡昌,等. 人工养殖大鲵肌肉和鲢皮营养成分分析及评价[J]. 食品工业科技,2012,33(24):385-388.  
[5]苏鲁明,王锡昌,叶伏林. 饲养中国大鲵肌肉中 6 种微量元素的火焰原子吸收光谱测定[J]. 光谱实验室,2011,28(2):850-852.

毒性(影响根长)或高毒性(影响发芽),被认为是最敏感、可靠、有效和最能反映发酵产品无害化和腐熟度的参数。Zuconit等<sup>[17]</sup>认为,当  $GI$  值  $>0.5$  时,发酵物料对植物已基本没有毒性,发酵物料已基本腐熟;当  $GI$  值  $>0.8$  时,发酵物料完全腐熟<sup>[18]</sup>。本试验研制的低温型复合腐熟剂用于牛粪堆肥经过 22 d 达到腐熟,同时相对市售的 RW 促腐剂发酵的堆肥,其浸提液对种子发芽和根的生长有促进作用。

目前,我国微生物发酵剂种类繁多,但有些只是将发酵菌株简单地混合在一起,对菌株之间的拮抗作用研究的不透彻<sup>[19]</sup>。本试验对筛选出的所有菌株进行两两相互的拮抗试验,通过研究其相互关系<sup>[20]</sup>,选出协同作用强的菌株,有效地避免了菌株间的拮抗作用,使制备的复合微生物腐熟剂应用效果明显。

通过低温诱导,筛选分离到 1 株耐低温菌株  $D_4$ ,该菌株在低温条件下快速增殖,产生生物热使堆肥物料温度迅速上升,解决了低温条件下堆肥发酵不能快速升温的问题。经过形态学和分子学鉴定,耐低温菌株  $D_4$  为腐败希瓦氏菌。

低温条件下接种低温型腐熟剂的堆肥温度明显高于接种 RW 促腐剂堆肥(对照 1)和不加任何菌剂堆肥(对照 2),3 d 时温度达到 40 ℃,6 d 时达到 60 ℃,高温期 5~7 d,发酵周期比接种 RW 促腐剂堆肥缩短 5 d。

#### 参考文献:

- [1] 刘益仁,刘光荣,李祖章,等. 微生物发酵菌剂对猪粪堆肥腐熟的影响[J]. 江西农业学报,2006,18(5):36-38.
- [2] 黄懿梅,曲 东,李国学,等. 两种外源微生物对鸡粪高温堆肥的影响[J]. 农业环境保护,2002,21(3):208-210.
- [3] 曹慧玲,王 琦,胡青平,等. 添加复合菌剂好氧发酵牛粪产生生物肥料的工艺优化[J]. 农业工程学报,2009,25(1):189-193.
- [4] 王心歌,张松林,韩友青,等. 一种对有机物堆肥好氧发酵装置:中国,CN10179234A[P]. 2012-12-19.
- [5] 李秀金,张 华,庞云芝,等. 一种带有温室增温和强制增氧的可调螺旋搅拌式堆肥装置:中国,CN101200386B[P]. 2010-08-

11.

- [6] 籍宝霞,张丽萍,程辉彩,等. 低温微生物菌剂处理鸡粪研究[J]. 中国家禽,2009,31(18):41-43.
- [7] 谢宇新,徐凤花,王彦伟,等. 低温菌株的筛选及对堆肥温度的影响[J]. 农业环境科学学报,2011,30(7):1436-1442.
- [8] 沈 萍,范秀荣,李广武. 微生物学实验[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
- [9] 尚晓瑛,程旭艳,霍培书,等. 1 株堆肥耐低温纤维素降解菌的筛选、鉴定及生长特性的初步研究[J]. 华中农业大学学报,2012,31(5):558-563.
- [10] NY 525—2011 有机肥料[S].
- [11] 包 衍,王晓辉,张伟琼,等. 纤维素分解菌的选育及酶活测定[J]. 生物学杂志,2007,24(2):56-58.
- [12] 闫淑珍,陈双林. 微生物学拓展性实验的技术与方法[M]. 北京:高等教育出版社,2012:67-70.
- [13] 东秀珠,蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [14] Qiu, Ying H, Lei S, et al. *Leifsonia ginsengi* sp. nov., isolated from ginseng root[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2007, 57: 405-408.
- [15] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979.
- [16] GB 7959—1987 粪便无害化卫生标准[S].
- [17] Zuconit F, Pera A, Forte M, et al. Evaluating toxicity of immature compost[J]. Biocycle, 1981, 22: 54-57.
- [18] 鲍艳宇,周启星,颜丽,等. 畜禽粪便堆肥过程中各种氮化合物的动态变化及腐熟度评价指标[J]. 应用生态学报,2008,19(2):374-380.
- [19] He X T, Terry L, Samuel T. Physical and chemical characteristics of selected U. S. municipal solid waste composts[J]. Environ Qual, 1995, 24: 543-552.
- [20] 徐 智,汤 利,李少明,等. 两种微生物菌剂对西番莲果渣高温堆肥腐熟进程的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(6):1270-1274.

(上接第 239 页)

- [6] 刘 绍,刘卉琳,周月华,等. 中国大鲵营养成分的分析[J]. 营养学报,2010,32(2):198-200.
- [7] 张丽萍,吴 峰,梁 刚. 中国大鲵皮肤、肌肉与骨骼中 6 种微量元素测定[J]. 营养学报,2009,31(5):519-520.
- [8] 曹 妍,徐 杰,高 焱,等. 白燕与血燕的营养成分分析和比较[J]. 食品工业科技,2011(10):414-417.

- [9] 陈 炜,孟宪治,陶 平. 2 种壳色皱纹盘鲍营养成分的比较[J]. 中国水产科学,2004,11(4):367-370.
- [10] 杨公明,徐怀德,段旭昌,等. 甲鱼营养成分分析研究[J]. 营养学报,2003,25(4):443-445.
- [11] 王远红,王 聪,郭丽萍,等. 海参科(Holothuriidae)中 4 种海参的营养成分分析[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2010,40(7):111-114.