

原子吸收光谱法测定紫菜中微量元素

王凤平

(浙江大学环境与资源学院 杭州市浙江大学华家池校区环工系 310029)

摘 要 用原子吸收光谱法对紫菜中铜、铁、锰、镁、钙、锌、铅、镉 8 种微量元素含量进行测定, 方法的精密性、回收率符合分析要求。测定结果表明: 紫菜中含有丰富的人体必需的微量元素, 而铅、镉等有害元素含量很低, 作为食用蔬菜对人体补充微量元素有较高的利用价值。

关键词 紫菜, 微量元素, 原子吸收光谱法。

中图分类号: O 657. 31

文献标识码: A

文章编号: 1004-8138(2006)04-0694-04

1 前言

紫菜(*Porphyra*), 又称“紫萁”、“子菜”、“索菜”, 属红毛菜科植物。紫菜分布于世界各地, 原生长于浅海潮间带的岩石上, 生长期为每年的 12 月至翌年 5 月, 主要品种有“坛紫菜”、“条斑紫菜”、“圆紫菜”等。紫菜是一种营养价值很高的食用海藻, 含有丰富的蛋白质、海藻多糖、无机盐及维生素等, 有“营养宝库”的美称^[1-3]。另外, 紫菜不仅营养丰富, 也是一种理想的食疗佳品。中医学认为, 紫菜性寒, 味甘咸, 有清热、利尿、化痰、软坚散结之功效。明代李时珍在《本草纲目》中指出: 紫菜可以主治热气, 癭结积块之症。近几年我国紫菜的人工养殖与加工得到了飞速发展, 成为苏、浙、闽东南沿海地区新的经济增长点。

我国素有“食药同源”之说, 为了进一步了解紫菜的营养及药用价值, 作者对紫菜中的微量元素进行了分析测定, 以期对紫菜的养殖与加工提供基础性数据, 推动紫菜产业的进一步发展。

2 材料与方法

2.1 实验材料

3 个紫菜样品分别采自浙江舟山、温岭、温州人工养殖基地, 用清水漂洗干净, 于 60—80 ℃ 鼓风烘箱中烘干, 粉碎过 100 目筛, 装称量瓶再于 105 ℃ 烘干至恒重后于干燥器内备用。

采用 GBW-08501 桃叶作质控样品。

金属标准溶液均为基准试剂(1000 mg/L, 国家标准物质中心), 硝酸、高氯酸均为优级纯。实验用水为 Milli-Q 纯水。

2.2 分析方法

2.2.1 样品预处理

称取约 0.3 g (精确至 0.0001 g) 碾碎的样品于消化管中, 加入 20 mL 硝酸, 放置过夜后, 放入消化炉中, 加弯颈漏斗小火消化 1 h; 放冷, 加高氯酸 5 mL, 摇匀, 然后大火消化, 不断沿管壁补加硝酸至消化液呈无色、透明, 有机质完全分解; 放冷, 加入适量蒸馏水(约 25 mL), 煮沸, 除去残留的酸。溶液放

联系人, 电话: (0571) 86971719; E-mail: wangfp@zju.edu.cn

作者简介: 王凤平(1971—), 女, 河北省沧州市人, 讲师, 从事环境科学与研究工作。

收稿日期: 2006-02-23; 接受日期: 2006-03-02

冷后定容待用。

2.2.2 仪器

AA 6650 火焰原子吸收分光光度计(日本岛津公司), GFA -EX7 石墨炉, A SC-6100 自动进样器, 空心阴极灯(日本 Hamamatsu 公司)。

2.2.3 仪器工作条件

钙、镁、铁、铜、锌、锰采用火焰原子吸收光谱法; 镉、铅采用石墨炉原子吸收光谱法。分析测定条件如表 1、表 2 所示。火焰原子吸收光谱法采用手动进样, 待测液中按 10 : 1 的比例加入 5% 的氯化镧消除共存成分的干扰; 石墨炉分析采用自动进样, 进样体积 20 μ L, 其中加入 5 μ L 含 10g/L 磷酸二氢铵和 0.6g/L 硝酸镁的混合基体改进剂。

表 1 火焰原子吸收法测定条件

元素	波长 (nm)	燃烧头高度 (mm)	灯电流 (mA)	火焰类型	燃气流量 (L/m in)	光谱通带 (nm)
钙	422.7	7	10	空气-乙炔	2.0	0.5
镁	285.2	7	8	空气-乙炔	1.8	0.5
铁	248.3	9	12	空气-乙炔	2.2	0.2
铜	324.8	7	6	空气-乙炔	1.8	0.5
锌	213.9	7	8	空气-乙炔	2.0	0.5
锰	279.5	7	10	空气-乙炔	2.0	0.2

表 2 石墨炉原子吸收法测定条件

步骤	程序	温度()		加热时间 (s)	加热方式
		镉	铅		
1	干燥	150	150	20	RAMP
2	灰化	250	250	10	RAMP
3	灰化	500	800	10	RAMP
4	灰化	500	800	10	STEP
5	灰化	500	800	3	STEP
6	原子化	2200	2400	2	STEP
7	净化	2400	2500	2	STEP

斜坡升温; 阶梯式升温。

表 3 各元素校准曲线回归方程

元素	回归方程	相关系数
铜	$y = 0.1728x + 0.0196 (n = 6)$	0.9993
铁	$y = 0.1173x + 0.0082 (n = 6)$	0.9996
锰	$y = 0.1357x + 0.0223 (n = 6)$	0.9992
镁	$y = 1.5270x + 0.0370 (n = 6)$	0.9994
钙	$y = 0.0211x + 0.0058 (n = 6)$	0.9990
锌	$y = 0.5150x + 0.0030 (n = 6)$	0.9996
铅	$y = 0.0053x + 0.0002 (n = 6)$	0.9970
镉	$y = 0.0208x + 0.0003 (n = 6)$	0.9986

表示达到极显著水平 ($p < 0.01$)。

3 结果与讨论

3.1 校准曲线的回归方程及相关系数

用基准试剂配制各元素的标准贮备液及标准使用溶液系列, 按上述方法条件由低到高浓度进行测定, 以浓度和对应的吸光度为变量绘制校准曲线, 用最小二乘法求出各元素的校准曲线的回归方程和相关系数, 结果如表 3 所示。

3.2 回收率

在精确称取的 5 份标准物质中加入一定量的铁、铜、锌、锰、铅、镉标准溶液(加入量: 铁、铜、锌、锰约 0.005—0.020mg, 铅约 0.3 μ g, 镉约 0.06 μ g), 5 份温岭紫菜样品中加入一定量的钙、镁标准溶液(加入钙、镁量各约 1mg), 加标量控制在该元素含量的 1—2 倍左右, 然后处理样品,

表 4 回收率实验

样品	元素	原含量 (μ g/g)	加标量 (μ g/g)	测得总量 (μ g/g)	回收率 (%)
GBW -08501 桃叶	铜	10.2	10.0	19.6—20.7	99.7 \pm 2.9
	铁	435	500	911.6—967.7	100.5 \pm 3.0
	锰	77.1	90.0	164.9—173.6	101.3 \pm 2.6
	锌	21.0	30.0	50.6—54.0	102.6 \pm 3.3
	铅	0.98	1.00	1.88—2.04	99.1 \pm 4.1
	镉	0.016	0.020	0.034—0.037	99.6 \pm 4.5
温岭紫菜样品	镁	2511	2500	4976—5256	102.1 \pm 2.8
	钙	3315	3000	6113—6567	100.4 \pm 3.6

测定标准物质中铁、铜、锌、锰、铅、镉各元素含量和紫菜样品中钙、镁含量, 计算回收率。结果表明, 回收率在 95%—105.9% 之间(表 4)。可见, 本方法准确度符合要求。

3.3 精密度实验

精密度反映了分析方法或测量系统所存在的随机误差大小, 我们用平行性实验的相对标准偏差来衡量。取同一紫菜样品平行处理 6 份, 测定各种元素的含量, 计算相对标准偏差, RSD% 在 1.5—6.2 之间, 结果见表 5。由此看出, 本方法精密度较高。

表 5 精密度实验结果

元素	铜	铁	锰	镁	钙	锌	铅	镉
RSD (%)	1.5	3.3	3.4	4.1	4.0	2.7	6.0	6.2

3.4 样品、标准物质分析结果

在上述原子吸收分析条件下, 对样品及标准物质预处理溶液进行测定, 结果见表 6。表中紫菜样品中各元素含量为 3 个样品的均值。

由加标回收率、精密度实验和桃叶标准物质测定结果对照可知, 本方法适用于紫菜样品微量元素的分析。

从我们的测定结果可以看出, 紫菜中微量元素含量都很高, 尤其是钙、镁、铁等元素, 而有害元素镉、铅含量较低, 均低于我国食品卫生标准及“农产品安全质量无公害蔬菜安全要求”中的限量: 铅(mg/kg) 0.2, 镉(mg/kg) 0.05。微量元素是维持人体物质代谢的重要化学元素, 具有高度的生物活性及催化生化反应的能力, 在参与体内多种酶的结构与激活、构成体内重要的载体及电子传递系统, 参与激素及维生素的合成, 调控自由基的水平方面具有重要作用^[4-6]。所以, 紫菜作为食用蔬菜对人体补充微量元素应该有较高的利用价值。

从我们的测定结果可以看出, 紫菜中微量元素含量都很高, 尤其是钙、镁、铁等元素, 而有害元素镉、铅含量较低, 均低于我国食品卫生标准及“农产品安全质量无公害蔬菜安全要求”中的限量: 铅(mg/kg) 0.2, 镉(mg/kg) 0.05。微量元素是维持人体物质代谢的重要化学元素, 具有高度的生物活性及催化生化反应的能力, 在参与体内多种酶的结构与激活、构成体内重要的载体及电子传递系统, 参与激素及维生素的合成, 调控自由基的水平方面具有重要作用^[4-6]。所以, 紫菜作为食用蔬菜对人体补充微量元素应该有较高的利用价值。

4 结语

众多研究表明, 微量元素参与人体的多种代谢, 对维持人体免疫和健康起着重要的作用。由于不能在人体内自行合成, 微量元素必须通过日常的食物摄取来补充。而紫菜中有益元素的含量非常丰富, 且容易被人体吸收和利用, 所以紫菜应该是一种很好的用以补充、平衡体内所需微量元素的食物来源。

参考文献

- [1] 姚兴存, 邱春江, 穆春林. 条斑紫菜营养成分与季节变化研究[J]. 水产养殖, 2002, (5): 34—35.
- [2] Miura N K, Shin J, Aruga Y. Characterization and Genetic Analysis of the Violet Type Pigmentation Mutant of *Porphyra Yezoensis* Ueda (Bangiales, Rhodophyta) [J]. *Korean J. Phycol*, 1993, 8(3): 217—230.
- [3] YAN X H, Fujita Y. Induction and Characterization of Pigmentation Mutants in *Porphyra Yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta) [J]. *Journal of Applied Phycology*, 2000, 12(2): 69—81.
- [4] 符伟玉, 张建和, 李尚德. 香瓜茄微量元素含量的分析[J]. 广东微量元素科学, 2004, 11(8): 49—51.
- [5] 范文秀, 俞露, 谷永庆. 桂花中微量元素的光谱测定[J]. 广东微量元素科学, 2004, 11(8): 52—55.
- [6] 张文, 张金莲. 食用香菇中微量元素含量分析[J]. 微量元素与健康研究, 2004, 21(4): 36—37.

Determination of Microelements in Porphyra by AAS

WANG Feng-Ping

(College of Environment and Resource, Zhejiang University, Hangzhou 310029, P. R. China)

Abstract The microelements in *Porphyra*, including Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Pb and Cd, were determined by atomic absorption spectrometry. The results showed that this method has high accuracy and recovery. At the same time, the *Porphyra* samples contain the rich inorganic microelements and the contents of harmful elements including Pb and Cd are lower. It implied that nutritive value of *Porphyra* is high.

Key words Porphyra, Microelements, AAS

《北京天科邮票展览馆》(邮票上的科学家展览馆) 馆长前言

周开亿

(北京市学院南路 76 号 35 楼 204 室 100081)

我在北京的碧云寺、武汉的归元寺、杭州的净慈寺和成都的宝光寺等地都见到了一种展示雕塑艺术的地方——“罗汉堂”，数百位栩栩如生、形态各异的罗汉“欢聚”一堂，让参观者仿佛置身于神灵们的保佑之中，从而得到了安全感、满足感和幸福感。

在古代，由于生产力低下，人们同自然灾害搏斗的能力较低，因而产生了对菩萨、上帝等神灵的信仰。那些所谓正直善良、普渡众生的罗汉就是神灵的一种化身，是人们祈求平安和幸福的精神依托。然而，在科学技术高度发展的今天看来，真正“保佑”人们平安和幸福的并不是什么神灵，而是科学技术这个“第一生产力”，它使我们在一定程度上认识并降服了自然，从而造就了世界今日的繁荣。而掌握科学技术靠的是世世代代科学家艰苦卓绝的奋斗。他们才真正值得我们后人瞻仰和纪念，他们对科学事业专心致志、刻苦“修行”的求实精神，远胜于那些虔诚唯心的罗汉。所以，搞一个科学家的“罗汉堂”或“纪念堂”具有现实意义。通过参观、学习，我们可以继承和发扬他们的创新精神，吸取他们的经验和教训，为构造明日更加美好的世界充实自己的力量和智慧。

由于我不懂雕塑，难以通过这种方式来展示古今中外的科技英才，但可以通过其他方式，例如通过“邮票”来展示。因为邮票也是一种艺术作品。把纪念科学家的邮票收集起来，不是也可以成为新的、具有积极意义的“祈求”安康的“罗汉群”吗？

从这些纪念科学家的邮票及科学家传略上，我们可以清楚的看出科学是没有国界的，不过在任何不播种，不辛勤耕耘的地方，是不会有丰收的。科学是艰苦求索的结晶，除了“为伊消得人憔悴”之外，没有其他捷径可走。热情、幻想以至整个身心去渴求，都不能代替辛勤的劳动，世界上从来没有一种创造发明是轻而易举就可得到的。另外，我们还可以从中认识到，即使是被称为天才的科学家也不是神，而是人。一方面他们为人类社会的发展作出了辉煌的成就，谱写出催人泣下的一篇篇英雄史诗；另一方面，他们也难免做一些傻事，错事，甚至坚持错误。但当了解了他们的抱负，懂得了他们的心灵时，就会觉得他们傻得多么可爱，傻得多么有劲。正是由于他们把自己的全部身心都贯注在自己热爱的科学事业上，有了发明创造，人类永受福泽，社会才会安享今天这样舒适的生活。他们是人类“盗取天火”的、真正的普罗米修斯(Prometheus)。

为此，我收集、复制了 527 位古今中外的天才科学家的纪念邮票，配上这些科学家的传略，组成“天科邮票展览馆”(实际上，称为“邮票上的科学家展览馆”也许更为明确)，向有兴趣的朋友展出。若这一展览能做到既有知识性，又有艺术性，既有学术性，又有趣味性，就是我的最大愿望了。让我们：

寓知识学习于休闲娱乐之中
寓情趣陶冶于艺术欣赏之中
寓耐性培养于日积月累之中
寓风格塑造于潜移默化之中
寓传统精神于历史轨道之中