

国内外螺旋藻重金属的限量标准分析*

鸭 乔, 万庆家, 余绍蕾, 张 瑶, 申开泽

(云南绿 A 生物工程有限公司, 云南昆明 650106)

[摘 要] 本文查阅了我国螺旋藻产品国家及地方的重金属限量标准, 以及国际组织及国外主要螺旋藻生产国对螺旋藻产品重金属的限量标准制定情况, 通过对比分析, 特别是对我国目前制定的螺旋藻产品中重金属铅指标限量的安全性和合理性进行了分析, 结果说明我国螺旋藻产品中重金属铅指标限量定为 2.0 mg/kg 是安全、科学和合理的。通过概述, 旨在为正确了解螺旋藻产品重金属限量标准提供参考依据, 引导消费者科学、理性地食用螺旋藻产品。

[关键词] 螺旋藻; 重金属; 限量标准; 概述

中图分类号: R931 文献标志码: A 文章编号: 1000—2723(2012)05—0063—04

笔者通过检索分析国内外螺旋藻产品重金属限度标准制定情况, 以国内外标准为依据, 客观地比较分析了国内外螺旋藻重金属限量标准差异, 阐述我国螺旋藻产品中重金属铅指标限量定为 2.0 mg/kg 的安全性、科学性和合理性。

1 螺旋藻简介

螺旋藻 (Spirulina) 是蓝藻门、蓝藻纲、颤藻科的一个属, 是一种多细胞、微型、不分枝、无异形胞的螺旋状体, 靠分裂增殖, 光合自养生活。该属有几十个品种, 广泛分布于热带、亚热带和温带海洋、湖沼, 尤其是盐碱湖。螺旋藻具有很高的营养价值, 是人类迄今为止发现的营养成分最丰富、最全面的绿色天然食物。2008 年, 联合国粮食与农工业组织 (FAO) 将螺旋藻定义为: 一种富含 β -胡萝卜素、维生素 B₁₂、铁、微量矿物质、 γ -亚油酸且易吸收的高蛋白产品^[1]。螺旋藻的营养价值在于其含有极高的蛋白质 (占干重的 60% ~ 70%) 及维生素矿物质、人体必需脂肪酸、多糖及其他营养成分^[2-5], 具有医药、精细化工、营养食品和饲料添加剂等多方面的开发利用价值, 被联合国世界卫生组织誉为“二十一世纪的营养品”。从上世纪七十年代开始, 世界许多国家、地区投资从事研究、开发螺旋藻工作取得了显著成效, 螺旋

藻产品显示出良好的社会、经济效益及发展前景。

美国、日本和德国的科学家经过多次临床实验证明螺旋藻对许多疾病具有预防作用; 丰富的维生素 E 与不饱和脂肪酸具有抗衰老和美容的作用; 螺旋藻多糖具有抗辐射功能; β -胡萝卜素可转化为维生素 A, 对人的视觉有保护作用, 对青光眼、白内障有一定效果。螺旋藻还可以加速伤口的愈合与病人的康复, 对于便秘、暗疮, 脱发、慢性胰腺炎、缺锌症、溃疡、机能代谢减弱、组织增生、角化等具有辅助疗效。

2 螺旋藻产品的重金属污染来源及控制

目前, 对螺旋藻的研究报道以有关其医疗保健作用及经济价值等正面报道居多, 而受到污染的螺旋藻会给服用它的人们带来危害, 如因重金属含量超标造成的危害等方面的报道较鲜见。螺旋藻制品在其养殖及加工、运输过程中会受到不同程度的污染, 比如铅、镉等重金属污染。其中, 最常见的引起螺旋藻产品铅污染的因素主要有两个方面: 其一, 由于螺旋藻在生长繁殖过程中具有容易吸附铅等重金属的生物学特性, 且研究表明, 死体的螺旋藻藻体比活体的螺旋藻更易富集重金属; 其二, 在螺旋藻养殖、加工及运输等环节很多因素也会导致螺旋藻受到重金属污染, 如: 养殖过程中培养液的

* 基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863 计划) 项目 (NO: 2010AA023004)

收稿日期: 2012—07—31 修回日期: 2012—09—07

作者简介: 鸭乔 (1969 ~), 男, 云南丽江人, 工程师, 主要从事中药新药及保健食品的研究开发工作。

营养盐纯度不高,养殖水质中含大量重金属,采收过程中采用铅作稳定剂的聚氯乙烯塑料管材,干燥设备、运输工具中重金属超标等等都会造成螺旋藻产品的铅污染。

螺旋藻体本身是不含重金属的,在实际生产加工过程中,只要根据可能接触重金属的途径针对性地对养殖、加工及储存运输等环节,尽可能地杜绝螺旋藻与重金属接触的机会,就可以有效解决螺旋藻产品被重金属污染而导致重金属含量超标的问题,生产出合格的产品。

3 螺旋藻产品的重金属限量标准

目前世界上主要组织和国家,如欧盟、美国、日本、印度等,均对其上市销售的螺旋藻产品(主要是作为食品添加剂的螺旋藻粉)进行了重金属限量标准的规定,中国的螺旋藻产品生产企业、行业组织、科研部门及政府相关部门也制定了科学、合理的重金属检测方法及限量标准,以杜绝因重金属污染的螺旋藻产品给人体带来危害^[6]。

3.1 国内螺旋藻产品的重金属限量标准

目前我国上市的螺旋藻产品仅有食用螺旋藻粉的国家标准,还未公开螺旋藻其它剂型(如片剂、胶囊剂、溶液等)的国家标准。螺旋藻其它产品质量控制基本以食品类国家标准和各企业制订、经国家相关部门审批的企业标准为依据。已有的相关国标和地方标准有:

《食用螺旋藻粉的国家标准》(GBT16919-1997),于1997年7月24日发布,1998年1月1日实施,并已于2005年10月废止。该标准规定了食用螺旋藻粉的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存要求,适用于大规模人工培养的钝顶螺旋藻或极大螺旋藻经瞬时高温喷雾干燥制成的螺旋藻干粉,其中重金属含量的限量标准见表1。

表1 《食用螺旋藻粉的国家标准》中
重金属含量的限量标准

项目		指标/(mg/kg)
铅	≤	2.0
砷	≤	0.5
镉	≤	0.2
汞	≤	0.05

《饲料用螺旋藻粉》(GB/T17243-1998),该标准规定了饲料用螺旋藻粉的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存要求。适用于大规模人工培养的钝顶螺旋藻(SPIRULINA PLATENSIS)或极大螺旋藻(SPIRULINA MAXIMA)经瞬时高温喷雾干燥制成的螺旋藻粉,其中重金属含量的限量标准见表2。

表2 《饲料用螺旋藻粉》标准中重金属含量的限量标准

项目		指标/(mg/kg)
铅	≤	6.0
砷	≤	1.0
镉	≤	0.5
汞	≤	0.1

《保健(功能)食品通用标准》(GB16740-1997),该标准于1997年2月28日发布,1997年5月1日实施。规定了保健(功能)食品的定义、产品分类、基本原则、技术要求、试验方法和标签要求,适用于在中华人民共和国境内生产和销售的保健(功能)食品。其中规定:一般产品的含铅限量不超过0.5mg/kg;一般胶囊产品含铅限量不超过1.5mg/kg;以藻类和茶类为原料的固体饮料和胶囊产品含铅限量不超过2.0mg/kg。

《云南省地方标准 程海螺旋藻》(DB53 186-2007),该标准于2007年9月16日发布,2007年10月1日实施。规定了程海螺旋藻的术语和定义、要求、试验方法、标志、标签、包装、运输及贮存要求,适用于永胜县人民政府划定的特定地域养殖生产的钝顶螺旋藻和在特定地域经县人民政府批准经有关部门审核认定的以程海湖水养殖生产的钝顶螺旋藻为主要原料,在特定地域内加工的螺旋藻地理标志保护产品。该技术标准涉及的螺旋藻产品为螺旋藻粉,其中关于重金属的安全指标见表3。

《绿色食品 藻类标准》(NY/T 1709-2011)于2011年9月1日发布,2011年12月1日正式实施,规定了作为“绿色食品”藻类产品的要求,相关检测的试验方法,规则,标签、标识,包装、储存、运输等方面的内容。适用于绿色食品藻类及其制品,包括干海带、盐渍海带、即食海带、干紫菜、螺旋藻粉、螺旋藻片和螺旋藻胶囊等产品,其中关于重金属的安全指标见表4。

表 3 《云南省地方标准 程海螺旋藻》中
重金属含量的限量标准

项目	要求	
铅 (以 Pb 计), mg/kg	≤	2.0
镉 (以 Cd 计), mg/kg	≤	0.5
总砷 (以 As 计), mg/kg	≤	0.5
总汞 (以 Hg 计), mg/kg	≤	0.1
菌落总数, CFU/g	≤	3×10^4
大肠菌群, MPN/100g	≤	90
霉菌, CFU/g	≤	25
酵母菌, CFU/g	≤	25
致病菌 (系指肠道致病菌)	不得检出	

表 4 《绿色食品 藻类标准》中
重金属含量的限量标准

项目	指标
甲基汞, mg/kg	≤0.5
无机砷, mg/kg	≤1.5
铅 (以 Pb 计), mg/kg	≤1.0

对国内相关标准对藻类产品重金属铅含量的限量规定进行了汇总比较, 详见表 5。

表 5 国内相关标准对藻类产品铅含量的规定汇总

标准名称	标准号	铅(mg/kg)
《食用螺旋藻粉的国家标准》	GBT16919 – 1997	≤2.0
《饲料用螺旋藻粉》	(GB/T17243 – 1998)	≤6.0
《保健(功能)食品通用标准》(GB16740 – 1997)		一般产品 0.5; 一般胶囊 1.5; 以藻类和茶类为原料的固体饮料和胶囊产品 2.0
《云南省地方标准 程海螺旋藻》(DB53 186 – 2007)		≤2.0
《绿色食品 藻类标准》(NY/T 1709 – 2011)		≤1.0

3.2 国外螺旋藻产品的重金属限量标准

3.2.1 国际食品法典委员会及欧盟等国际组织对食品中铅含量标准的规定

国际食品法典委员会 (CAC) 发布的食品中污染物和毒素通用标准 CODEX STAN 193 – 1995 (2007 年修订版) 规定了食品中重金属的通用限量标准, 其中对 65 种食物的铅限量标准做了规定, 但其中不包括藻类。

欧盟 2006 年颁布的委员会条例 (EC) No1881/2006^[7] 制定了食品中某些污染物的最高限量 (废止了委员会条例 (EC) No466/2001), 其中详细规定了多种食品 (不包括纯藻类食品) 中铅、镉、汞、锡重金属的限量。2008 年欧盟委员会条例 (EC) No 629/2008^[8] 对委员会条例 (EC) No 1881/2006 进行了修订, 调整了铅、镉、汞、锡重金属在各类食品中的含量详见图 1, 其中增补了用于销售的食物添加剂的最大铅限量标准 (The maximum level applies to the food supplements as sold) 为 3.0×10^{-6} 。

The Annex to Regulation (EC) No 1881/2006 is amended as follows:
(1) In Subsection 3. 1 (Lead), point 3. 1. 11 is replaced by the following and a new point 3. 1. 18 is added;

Brassica vegetables, leaf vegetables and the following fungi (²⁷): Agaricus bisporatus (common mushroom), Pleurotus ostreatus (Oyster mushroom), Lentinula edodes (Shitake mushroom)	
3. 1. 11	0. 30
3. 1. 18 Food supplements (*)	3. 0
(*) The maximum lead applies to the food supplements as sold *	

图 1 2008 年 (EC) No 629/2008^[8] 规定的
食品添加剂铅含量限量标准

3.2.2 美国、日本等国家的螺旋藻产品铅含量标准

1999 年我国江苏省农业科学院土壤肥料研究所冯伟民等在其文献《螺旋藻生产中的质量控制》^[9] 中将螺旋藻粉的国标、企业标准和日、美、印度的质量标准进行了比较, 结果见表 6。其中铅含量的限量标准为: $\leq 2.0 \times 10^{-6}$ (中国), $< 1.0 \times 10^{-6}$ (美国), $< 1.0 \times 10^{-6}$ (日本), $\leq 2.5 \times 10^{-6}$ (印度)。该数据源也得到了其它相关材料的证实。

表 6 螺旋藻粉的国标、企业标准与日、美、印度的质量标准对比表

项目	国标	日本	美国	印度
色泽	蓝绿色或深蓝色			
滋味和气味	鲜藻味无异味			
外观	均为分明			
杂质	显微镜检无异物			
铝度/U	<180	<180		
水分/%	≤7	<7	<7	≤9.0
蛋白质/%	≥55	≥60	≥60	≥55
类胡萝卜素/（g/kg）	≥2.0			
灰分/%	≤7			
铅/（mg/kg）	≤2.0	<1.0	<1.0	≤2.5
砷/（mg/kg）	≤0.5	<1.0	<1.0	≤1.1
镉/（mg/kg）	≤0.2	<0.02	<0.05	<1.0
汞/（mg/kg）	≤0.05	<0.05	<0.05	<0.1
菌落总数/（个/g）	≤10 ⁴	<5×10 ⁴	<10 ⁴	
大肠杆菌/（个/100g）	≤90	无	无	无
霉菌/（个/g）	≤25	<100	<100	
酵母菌/（个/g）		<40	<40	
致病菌/（个/10g）	不得检出	不得检出	不得检出	不得检出
昆虫碎片/（个/10g）		<30		

4 讨论

目前，国家食品药品监督管理局对“螺旋藻片剂”进行重金属痕量检测，主要以《保健（功能）食品通用标准》（GB16740-1997）为依据。国家食药监局表示，螺旋藻片剂铅限量不超 2.0mg/kg 是合理的。虽然该标准未明确以藻类为原料片剂产品的铅指标限量，但由于片剂产品的食用量一般与固体饮料相近，所以，以藻类为唯一原料的片剂产品，铅指标限量始终执行 2.0mg/kg 的标准。另外，国家食药监局表示，1997 年卫生部批准的第一个螺旋藻片剂保健食品就是按照铅指标限量为 2.0mg/kg 的标准执行的。

2011 年国家食药监局就此类问题组织过相关专家进行讨论，专家一致认为，以藻类为唯一原料辅以其他少量辅料组方的产品（包括片剂），铅指标限量为 2.0mg/kg 是科学合理的。2012 年 4 月在山东青岛召开了螺旋藻食品安全暨微藻产业创新联盟第五次学术研讨会，与会的 30 多位专家及 19 家企业代表在会上就螺旋藻产品的重金属铅限量问题

开展了学术研讨和分析论证，并形成了统一意见：螺旋藻产品的铅指标限量定为 2.0mg/kg 是安全、科学和合理的^[10]。

世界卫生组织（WHO）建议成人（按每人 60 公斤体重计算）每周铅耐受摄入量为 25μg/kg，即每人每周 1 500μg。以印度螺旋藻铅的限量标准 ≤ 2.5 × 10⁻⁶ 为例，成人若每日服用的该螺旋藻产品 6 ~ 8g，那么每周铅摄入量为每人每周 105 ~ 140μg，不到 WHO 的建议耐受量每人每周 1500μg 的 1/10。

综上所述，通过检索分析国内外螺旋藻产品重金属限度标准制定情况进行对比分析，我国螺旋藻产品的重金属铅指标限量定为 2.0mg/kg 是安全、科学和合理的。

[参考文献]

[1] FAO: FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1034. A review on culture, production and use of spirulina as food for human and feeds for domestic animals and fish. 2008. Available from ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0424e/i0424e00.pdf.

[2] Annapurna VV, Deosthale YG, Bamji MS: Spirulina as a source of vitamin A, Plant Foods Hum Nutr 1991, 41: 125-134.

[3] Deng R, Chow T: Hypolipidemic, antioxidant, and anti-inflammatory activities of microalgae Spirulina, Cardiovasc Ther 2010, 28: e33-45.

[4] McCarty MF: Potential utility of full-spectrum antioxidant therapy, citrulline, and dietary nitrate in the management of sickle cell disease, Med Hypotheses 2010, 74: 1055-1058.

[5] Blinkova LP, Gorobets OB, Baturo AP: Biological activity of Spirulina, Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol 2001, 114-118.

[6] 朱文慧. 国内外水产品中重金属限量标准对比分析 [J]. 水产科技情报, 2009, 36 (6): 271-274.

[7] COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006. setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. 2006R1881-EN-20. 05. 2011-005. 001-1.

[8] COMMISSION REGULATION (EC) No 629/2008. Official Journal of the European Union. 2008.

[9] 冯伟民. 螺旋藻生产中的质量控制 [J]. 水产养殖. 1999 (1): 25-27.

[10] 螺旋藻食品安全暨微藻产业创新联盟第五次研讨会会议概述 (2012 年 4 月 14 日青岛).

(编辑: 迟 越)