

青岛微藻产业学会团体标准

螺旋藻防控重金属技术规范

（征求意见稿）

标准编制说明

标准起草工作小组

2023 年 9 月

目 录

一、 标准工作概况	1
1.1 标准制定的背景与目的	1
1.2 任务来源	2
1.3 工作过程	2
二.标准制定的依据与指导思想	3
2.1 标准制定的法律依据	3
2.2 标准起草的依据	4
2.3 标准制定的原则	4
三.主要技术内容	4
四.标准中涉及专利的情况	7
五.预期达到的社会效益、对产业发展的作用	7
六.采用国际标准和国外先进标准情况	7
七.在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	7
八.重大分歧意见的处理经过和依据	7
九.标准性质的建议说明	8
十.标准应用的建议	8
十一.废止现行相关标准的建议	8
十二.其他应予以说明的事项	8

团体标准

《螺旋藻防控重金属技术规范》

编制说明

一、标准工作概况

1.1 标准制定的背景与目的

螺旋藻（Spirulina），亦称“节旋藻”，是一种光合放氧、呈螺旋形的原核丝状微藻，其营养成分和生理活性物质含量极为丰富，具有抗衰老、抗辐射、降血糖、抗凝血、抗癌和提高免疫力等作用。螺旋藻因营养均衡、全面、富含优质蛋白和多种生物活性物质而受到国内外的极大关注，被认为是一种最有开发前景的新型微藻，并被世界卫生组织和联合国粮农组织誉为“世纪人类最佳保健品和最理想的食品”。当前我国年产螺旋藻粉 1 万多吨，已成为世界上螺旋藻生产第一大国。我省东营、青岛、无棣和济南等地均有螺旋藻生产或加工企业。螺旋藻产业已经成为海洋经济发展的新的增长点。

与螺旋藻产业发展迅速相比，我国螺旋藻产业标准及规范却相对滞后。我国第一个螺旋藻质量标准（GB/T 16919-1997）制定于 1997 年，但于 2005 年被公告作废，由于新标准制定进展缓慢后又复审可用，但已严重滞后。2012 年，螺旋藻“铅风波”的爆发不仅暴露了螺旋藻质量标准的混乱和缺失，同时也为螺旋藻产业控制重金属或其他主要污染物敲醒了警钟。螺旋藻养殖属于开放或半开放式水域养殖，产品质量很容易受到无机营养盐中污染物、空气中污染物、病原微生物以及水质污染物等影响，因此往往造成批次之间产品的质量差异较大。因此，在作为食品或饲料应用时，建立相关的螺旋藻污染控制技术规范是十分紧迫和必要的。由于藻类具有富集水体中金属离子的特性，经过大量前期调研工作，我们发现目前螺旋藻中主要重金属污染物有铅、无机砷和镉三种，因此本标准针对螺旋藻养殖过程三种主要重金属污染物的含量控制制定技术规范，这将为全国螺旋藻养殖过程中的污染控制提供技术指导，有力保证螺旋藻生产的质量和安全，对于螺旋藻产业的健康发展和转型升级具有重要意义，也将为我国微藻产业的转型

升级及海洋强国建设奠定重要的标准化基础。经中国石油大学（华东）牵头，联合国内主要鲜食螺旋藻生产及科研单位联合起草本标准，并申请作为青岛微藻产业学会团体标准进行公开和发布。

1.2 任务来源

本文件由中国石油大学（华东）提出并牵头，青岛微藻产业学会归口管理，由中国石油大学（华东）、中国科学院烟台海岸带研究所、青岛华大基因研究院和福清市新大泽螺旋藻有限公司、北海生巴达生物科技有限公司、滨州医学院等负责起草。

本文件于 2022 年 7 月 22 日向学会提出申请立项，标准立项号为青岛微藻产业学会团体标准项目号：T/QMIS 2022-005，团标名称暂定为《螺旋藻防控重金属技术规范》。本文件于 2022 年 9 月 9 日网上立项公示，正式批准立项。

1.3 工作过程

本文件的工作过程是以国内外现有的相关标准为基础，根据标准涉及范围及内容，确定评价指标及评判要求。

（1）组建起草工作组

在接到本标准的修订任务后，中国石油大学（华东）和中科院烟台海岸带研究所共同牵头组织，联合青岛华大基因研究院、滨州医学院、福清市新大泽螺旋藻有限公司、北海圣巴达生物科技有限公司等单位立即成立了由长期从事螺旋藻养殖、加工以及重金属检测、标准制定及生产企业质控管理的有关技术人员组成的标准制定小组。标准起草小组具有以下优势：1）高等学校和科研院所本身具有非盈利性，具备客观公正地位和专业权威性；合作企业福清市新大泽螺旋藻有限公司、北海生巴达生物科技有限公司等都是我国螺旋藻重点生产企业，具有丰富的螺旋藻生产和质控经验，这对于本标准的制定提供了极大的便利条件；2）中国石油大学（华东）、中国科学院烟台海岸带研究所、青岛华大基因研究院均拥有国家级科研平台和雄厚的人力资源，在标准制定和研究方面具有充足的人才

储备，在对接产业和科研方面具有天然优势；3）前期均参与制定了多项微藻产业相关国家或行业标准，在微藻产业标准制定方面积累了较丰富的工作经验和良好的工作基础。

（2）前期调研及资料整理

本标准主要参照了 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》、《食用螺旋藻粉质量通则》、《藻类及其制品》和《食品中致病菌限量》等标准，在相关资料收集整理的基础上，明确工作计划和重点关注问题，奠定标准框架基础。

（3）评价指标确定与标准草案编写

标准制定小组先后搜集查阅了国内外有关螺旋藻养殖过程中重金属污染物控制方面的文献资料及企业标准，比较分析了各文献和专利中对螺旋藻养殖过程中主要重金属污染物控制的要求，结合生产企业的相关生产工艺，通过对国内百吨级以上螺旋藻生产企业多次征求意见，按照 GB/T 1.1-2009 标准化工作导则编写完成标准初稿。2023 年 4 月 23 日，标准制定小组在烟台召开标准制定小组讨论会，就标准指定过程中存在的几个关键问题展开讨论，并在此基础上，进一步修改完善，形成标准征求意见稿和编制说明。2023 年 4 月-8 月标准起草小组将标准征求意见稿和编制说明发送给省内外多家螺旋藻养殖和加工专家和主要螺旋藻养殖企业技术人员广泛征求意见。2023 年 9 月 3 日完成标准征集意见及相关修改工作，并组织起草组针对专家提出的一些关键问题，进行了起草小组内部讨论，形成标准送审稿。

2023 年 9 月 18 日，起草组邀请相关领域的专家对本标准进行了审查和讨论，对本标准中的关键指标及内容进行了充分讨论和确认，与会专家一致同意通过该标准，建议尽快发布实施。

二. 标准制定的依据与指导思想

2.1 标准制定的法律依据

标准依据以下相关政策法规编制：《中华人民共和国标准化法》。

2.2 标准起草的依据

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》以及 GB/T 20004.1-2016《团体标准化第 1 部分：良好行为指南》的要求进行编制；技术内容参考国内外先进技术和相关标准，并结合国内微藻企业产品的实际情况。

2.3 标准制定的原则

本标准的主要编制原则如下：

- 1) 面向实际生产需要，注重从源头控制、过程消除到终端产品检测等多方面实现对螺旋藻主要重金属污染物的检测和控制。
- 2) 本标准的制定系统总结了国内多家百吨级以上主要螺旋藻生产企业的重金属污染物控制经验，因此，本标准的制定对山东省内乃至全国的螺旋藻生产企业均具有一定的借鉴意义。

三. 主要技术内容

本标准制定过程中，走访调研了福清市新大泽螺旋藻有限公司、内蒙古再回首生物科技有限公司、江苏赐百年生物科技有限公司、云南程海保尔生物工程有限公司、北海生巴达生物科技有限公司等国内主要螺旋藻生产单位，对不同地区螺旋藻养殖过程中主要污染物的来源进行了系统分析，发现重金属主要来自于水泥池、水质、无机盐添加物、空气污染等多个方面，因此本标准针对主要重金属污染物制定控制措施如下：

1) 养殖池建造及养殖原料要求：螺旋藻中的重金属污染的可能来源较为复杂，包括水泥池、养殖用水、无机营养盐的添加、空气污染等，都可能带来重金属的污染。由于螺旋藻具有富集某些重金属的特性，因此，养殖水体中极微量的重金属污染也可能造成螺旋藻终端产品中重金属的超标。针对该问题，本标准分别对水泥池的选址和建造要求、养殖用水、各种无机营养盐添加物等分别进行了控制，尽可能从源头消除重金属的可能污染。比如养殖池选址需要在水质好、光

照条件适宜，周边无大型工矿企业和粉尘烟尘排放源，2 公里内无畜禽和水产动物养殖场即垃圾场和货运通道，周边无裸露土地等。水泥养殖池池周围墙体采用砖混构成，养殖池建议采用抗硫酸盐水泥（GB/T 748）抹面，该类型水泥重金属和硅酸铝含量较低，可以最大限度减少水泥中金属离子的溶出对培养液的污染。因为搅拌电机油污是重金属铅的主要来源之一，因此需要采取有效措施防止搅拌电机油污进入养殖池，引起重金属污染。水质和无机营养盐也是重金属污染的重要源头之一。但根据企业实际情况，基本达不到全部采用生活饮用水标准（GB 5749）的条件，那样也会大幅增加企业成本。因此，本标准规定养殖用水应符合 GB 11607 渔业水质标准的相关规定。碳酸氢钠、硝酸钠、食用盐等无机盐添加物均应符合相关的标准要求。这样可以最大限度从源头控制重金属污染物的混入。

3) 日常检测：由于螺旋藻养殖为开放式或半开放式养殖，所以养殖过程中外来物的进入也会造成重金属的污染，如过高的 pH 值会加速水泥池中金属污染物的溶出，电机油污、空气粉尘或意外飘入物等都会带来重金属污染的隐患，因此，本标准建议在养殖过程中需要每天至少进行两次巡查，每个采收周期内都要对养殖培养基进行污染物检测，一旦发生污染现象应立即采取措施，消除污染。

4) 污染物的消除：实验发现，当培养液中铅、无机砷和镉三种重金属浓度超过 0.01 mg/L 时，由于藻类对重金属的富集作用，使所养殖螺旋藻产品中重金属含量将达到或接近 GB16919 所规定的重金属含量限值。标准起草小组在不同浓度重金属培养基中培养螺旋藻（Zerrouk 培养基中分别加入不同浓度的铅、砷和镉离子，参照实际企业生产中生产模式进行培养）。将螺旋藻培养收获后，根据 GB16919 中所规定的内容和方法进行重金属检测（结果见表 1）。由此可见，本标准限定当检测到培养液中三种重金属的浓度高于 0.01 mg/L 时，所培养螺旋藻产品即有可能重金属含量超过 GB16919 所规定的限值，需要进行培养液中重金属离子的消除处理。

表 1 培养基中不同重金属浓度对藻粉中重金属含量的影响

培养基中重金属类型	浓度 (mg/L)	收获藻粉重金属含量 (mg/L)	GB16919 规定限量
铅	0.0025	0.34±0.10	2 mg/L
铅	0.005	0.75±0.08	
铅	0.0075	1.36±0.06	
铅	0.01	1.82±0.08	
铅	0.02	3.32±0.05	
无机砷	0.0025	0.05±0.08	0.5 mg/L
无机砷	0.005	0.11±0.05	
无机砷	0.0075	0.16±0.03	
无机砷	0.01	0.23±0.03	
无机砷	0.02	0.50±0.05	
镉	0.0025	0.01±0.01	0.2 mg/L
镉	0.005	0.03±0.02	
镉	0.0075	0.08±0.04	
镉	0.01	0.17±0.04	
镉	0.02	0.33±0.05	

对于重金属污染来说，文献及生产实践中通常可以加入硫酸亚铁或乙二胺四乙酸二钠，通过沉淀或络合作用，除去培养基中过量的重金属，从而降低培养液中的重金属离子浓度。实验表明，添加终浓度为 0.02-0.05g/L 的硫酸亚铁或 EDTA 二钠都可以有效降低培养液中的重金属离子浓度，使所生产螺旋藻粉中的重金属浓度降低（表 2），生产恢复正常。

表 2 不同浓度硫酸亚铁或 EDTA 处理对藻粉中重金属含量的影响

重金属	浓度 (mg/L)	处理剂及作用浓度	藻粉中重金属含量	备注
铅	0.01	0.01g/L 硫酸亚铁	1.95±0.05	无
铅	0.01	0.02g/L 硫酸亚铁	1.31±0.03	
铅	0.01	0.03g/L 硫酸亚铁	0.88±0.05	
铅	0.01	0.01g/L EDTA 二钠	1.87±0.03	
铅	0.01	0.02g/L EDTA 二钠	1.07±0.04	
铅	0.01	0.03g/L EDTA 二钠	0.48±0.02	
无机砷	0.01	0.01g/L 硫酸亚铁	0.28±0.05	
无机砷	0.01	0.02g/L 硫酸亚铁	0.16±0.03	
无机砷	0.01	0.03g/L 硫酸亚铁	0.05±0.02	
无机砷	0.01	0.01g/L EDTA 二钠	0.27±0.04	
无机砷	0.01	0.02g/L EDTA 二钠	0.09±0.03	
无机砷	0.01	0.03g/L EDTA 二钠	0.03±0.03	
镉	0.01	0.01g/L 硫酸亚铁	0.16±0.04	
镉	0.01	0.02g/L 硫酸亚铁	0.11±0.03	
镉	0.01	0.03g/L 硫酸亚铁	0.04±0.04	

镉	0.01	0.01g/L EDTA 二钠	0.18±0.03
镉	0.01	0.02g/L EDTA 二钠	0.07±0.05
镉	0.01	0.03g/L EDTA 二钠	0.01±0.02

5) 终端产品的控制及异常处理：螺旋藻中重金属含量的质量控制应符合国家标准 GB/T 16919 食用螺旋藻粉的有关规定。当检测到藻粉中重金属含量超过限值时，表明培养液中重金属含量可能明显高于标准设定值，或存在可能的外源重金属污染，所以应立即停止生产，全面检查培养水质，培养池、无机添加物以及培养环境中重金属含量，排除原因后再继续生产，异常藻粉不得作为食品原料。

四.标准中涉及专利的情况

无涉及国内外专利问题。

五.预期达到的社会效益、对产业发展的作用

本标准的实施，将可以有效降低螺旋藻养殖过程中重金属污染物的含量，保证螺旋藻产品质量安全，并节约生产成本。同时本标准还将螺旋藻主要污染物控制技术标准推广到全国，这将对规范全国螺旋藻产业及其产品质量起到积极促进作用。

六.采用国际标准和国外先进标准情况

国内外暂时未发现有螺旋藻控制重金属技术规范公开执行。

七.在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本文件属于团体标准，符合现行法律、法规、规章和政策，且与有关基础和标准不矛盾。

八.重大分歧意见的处理经过和依据

在标准编制过程中，未收到重大分歧意见。

九.标准性质的建议说明

本文件为青岛微藻产业学会标准，属团体标准，供学会会员和社会自愿使用。

十.标准应用的建议

正常情况下，建议每三年由标准起草工作组对标准内容进行评估，如有必要，开展标准的修订工作。

十一.废止现行相关标准的建议

无。

十二.其他应予以说明的事项

无。

表 1 鲜食螺旋藻样品检测结果

序列	产品批号	产地	总蛋白 (g/100g)	藻蓝蛋白 (g/100g)	水分 (g/100g)	灰分 (g/100g)	菌落总数 CFU/g	大肠菌群 MPN/g	霉菌 CFU/g	致病菌 MPN/g
1	20210712	江西	11	2.4	87.8	0.5	6.6×10^3	<0.3	<10	未检出
2	20190713	广西	10.5	2.6	77.3	0.4	950	<10	<10	未检出
3	20180418	海南	8.2	1.8	89	0.8	3.0×10^4	<10	<10	未检出
4	20170822	上海	6.1	2.2	94	0.4	3.0×10^3	<3.0	300	未检出
5	20101008	上海	1.62	0.6	96	0.5	2.6×10^3	<3.0	<10	未检出
6	20210809	江西	11.6	5.05	86.2	0.3	2.8×10^3	<3.0	<10	未检出
7	20190717	广西	10.5	2.3	90	0.7	3.2×10^3	<3.0	<10	未检出
8	20190820	甘肃	5.67	0.9	90.86	0.47	2.5×10^3	<3.0	<10	未检出
9	20200716	甘肃	5.53	1.02	91.48	0.49	2.9×10^3	<3.0	<10	未检出
10	20180620	海南	7.9	2.0	88	0.5	2.9×10^4	<3.0	<10	未检出