

中华人民共和国农业行业标准

《饲料原料 裂壶藻粉》

编制说明

（征求意见稿）

起草单位：青岛琅琊台集团股份有限公司

2023 年 7 月

饲料原料 裂壶藻粉

编制说明

一、标准制定背景及任务来源

1. 标准制定背景

裂壶藻（*Schizochytrium*），又名裂殖壶菌、裂壶藻，属于真菌门、卵菌纲、水霉目、破囊壶菌科的一类海洋真菌，单细胞、球形。裂壶藻细胞富含大量对人体有用的活性物质，如油脂、色素、角鲨烯等。对裂壶藻营养成分研究分析表明，其生化组分主要分为脂肪、蛋白质和糖，其中脂肪含量可占细胞干重的40%以上，而 ω -3不饱和脂肪酸二十二碳六烯酸（Docosahexaenoic acid, DHA）就高达20%以上。裂壶藻能够在异养条件下进行发酵培养，易于大规模工业化生产，由于不易被氧化，使用过程中没有污染水质危害，是一种安全有效、高利用价值的海洋微藻。还可以通过培养基及发酵工艺调整来控制细胞内的DHA含量，是一种富含DHA的重要资源。目前国内外的裂壶藻粉生产均为异养发酵。

2. 标准制定的目的和意义

卫生部在2010年3月发布的《关于批准DHA藻油、棉籽低聚糖等7种物品作为新资源食品及其他相关规定的公告2010年第3号》中明确了DHA藻油的生产工艺简述为：以裂壶藻（或吾肯氏壶藻或寇氏隐甲藻）种为原料，通过发酵、分离、提纯等工艺生产DHA。裂壶藻作为目前国际公认的最佳DHA 生产菌种。

随着国内外微藻产DHA藻油的成功商业化生产，其产品广泛应用在婴幼儿配方奶粉、酸奶、饼干、饮料及高端保健品等各方面。微生物的生长和代谢受到环境条件的强烈影响，因此研究不同营养条件和发酵条件下裂壶藻的生长和脂肪酸组成，对于探讨环境因子对裂壶藻菌的生长和脂肪酸代谢的调控具有重要意义。深入探讨裂壶藻的发酵条件，建立一套快速、高产DHA的裂壶藻菌培养体系，为我国早日实现通过海洋微生物大规模生产饲料和DHA原料提供了宝贵的经验。

裂壶藻种含有丰富的多不饱和脂肪酸、维生素和必需氨基酸等多种营养成分，除了主要用来提取DHA藻油，生产高质量的婴幼儿食品及保健性功能食品外，也作为一种新型的原料

添加饲料中。裂殖壶藻含有丰富的蛋白质、脂质、多糖、食用纤维、维生素、微量元素和一些活性代谢产物，具有良好的保健和药理作用，可广泛应用于食品、医药、饲料、化工等领域，有广阔的开发应用前景。自世界卫生组织正式推荐婴幼儿生长发育的早期阶段要及时补充DHA，DHA以其独特的生理功能愈发成为人们的关注焦点。目前，国内外市场上销售的DHA产品已有十几种，涉及奶粉、饮料、保健品、水产养殖等领域，具备巨大的商业价值。

裂殖壶藻粉直接作为饲料用于使用，裂殖藻及其制品在水产苗种培育方面引起了广泛关注。经研究表明，保证饲料中充足的DHA，可显著提高鱼、虾、蟹等水产动物对环境变化的忍耐力，降低白化病发病率，从而提高存活率，并促进生长发育。国内一些裂殖藻产品的生产企业也相继开展了一系列裂殖藻DHA的应用试验，在水产饲料中方面，裂殖藻DHA对改善虹鳟、鲟鱼、石斑鱼的鱼卵孵化率，以及鱼苗成活率、肉质、饵料系数、鱼肉中DHA含量等均具有良好的效果。裂殖藻体型微小（4~13um），可作为水产动物苗种的直接开口饵料，其富含DHA且易于培养、产量高，可作为一种提高DHA含量的优良强化饵料，提高苗种生长性能和成活率。大量研究表明，多数虾蟹贝及部分鱼类的幼体阶段大多以植物性饵料为食，单细胞藻类的种类、数量与质量直接决定其人工育苗的成败。

我国是鱼虾等养殖大国，饲料工业每年要消耗大量的粮食，饲料占养殖成本的比例越来越大，因此，必须开发新的饲料资源，为解决这一问题，国内外许多专家都在寻找新型的饲料资源。许多国家和地区已经把目光投向海洋，将海藻作为新的饲料资源进行开发应用，并获得了卓有成效的进展。目前我国裂殖藻粉生产规模已达到年产1000吨使得高产DHA海洋生物饲料的开发具备了商业化前景。

近年来，市面上已经出现裂殖藻粉制品，其品质、安全性亟待规范，特别是对于裂殖藻粉当中关键指标DHA含量，各家采用各家的标准，没有达到统一，导致行业内裂殖藻粉质量参差不齐。并且由于裂殖藻粉脂肪含量较高，容易被氧化，目前各个厂家对于裂殖藻粉氧化并没有特定的指标去监管。因此需要分别制定其质量标准，且需要通过理化指标对不同质量等级产品加以区分、鉴别。

本标准的制定，将对我国水产饲料原料标准的完善有重要作用，为确保裂殖藻粉质量安全提供快速有效的监管依据，可有力支持饲料安全监管工作。加强我国饲料质量安全监控、管理饲料企业生产、确保动物性食品安全、规范饲料市场、保障人民的生命安全与身体健康、保护生产者利益，对裂殖藻粉在畜禽营养与饲料中的应用，推动饲料工业健康发展具有重要意义。

在保障裂壶藻粉产品真实性和营养质量的条件下，安全质量更为重要。饲料安全是基本要求，是底线！存在安全问题在饲料中应用，会导致养殖动物组织结构和生理功能的损伤，从而导致养殖行业的质量事故。

饲料不安全因素除了卫生标准要求的项目外，裂壶藻粉中脂肪含量高，粗脂肪的作用具有两面性：以DHA为代表的高不饱和脂肪酸具有重要的营养作用，而脂肪酸氧化酸败后的产物如丙二醛，具有显著的对动物氧化损伤、对蛋白质和核酸变性的毒副作用。因此检测脂肪氧化酸败产物如丙二醛等也是关键性指标。

对于裂壶藻粉的下游产物在GB 26400食品安全国家标准 食品添加剂 二十二碳六烯酸油脂(发酵法)和LS/T 3243-2015 DHA藻油中规定了测定酸价、过氧化值等指标来监控油脂的氧化程度。但裂壶藻粉作为植物细胞，表面油的油脂含量非常少油脂都在细胞壁内。按照现行GB 5009.227食品安全国家标准食品中过氧化值和GB 5009.229食品安全国家标准食品中酸价的测定这两种方法均具有局限性。

关于过氧化值。油脂氧化过程中，无论以哪种氧化方式（自动氧化、光敏氧化、酶促氧化）都会产生过氧化物（包括过氧化氢）。但是，过氧化物是油脂氧化的中间产物，在氧化初期阶段过氧化值与氧化程度呈正相关，氧化后期阶段，过氧化值与氧化程度相关性较差。裂壶藻粉从生产工厂下线到饲料企业使用间隔的时间较长，难以避免藻粉中的油脂进入氧化后期阶段。因此，过氧化值作为评价藻粉产品中油脂氧化程度的指标具有局限性。

关于酸价。油脂氧化产物中包含有较多的游离脂肪酸，其酸价测定时消耗的KOH多，酸价就高。但是，测定过程中消耗KOH的酸不仅仅是游离脂肪酸，也有部分其他脂溶性酸性成分如有机酸。

关于丙二醛。丙二醛（Malondialdehyde,MDA）是动植物体内自由基作用于脂质过氧化、饲料油脂酸败等的产物，会引起蛋白质、核酸等生命大分子的交联聚合，具有细胞毒性，同时有潜在的致癌性。它不仅是氧化应激的生物标志物，同时也具有一定的毒副作用。由于裂壶藻粉脂肪含量较高，防止裂壶藻粉在储存期间氧化、酸败，为了保障动物食用安全，因此将丙二醛作为限定指标。根据GB/T 28717-2012饲料中丙二醛的测定 高效液相色谱法来测定裂壶藻粉中丙二醛。丙二醛含量既可以作为藻粉中藻油氧化程度的判定指标，也是有毒有害物质的限量指标。

过氧化值和酸价在一定程度上反映了藻粉中油脂的氧化程度，但不能显示其氧化产物中有害物质的含量。且形成过氧化值、酸价指标值的物质，从化学组成和分析方法上，均是类

别物质、混合物的总量指标，不是单一、特定物质的含量指标。藻粉产品中的抗氧化剂可以抑制藻粉在运输、存储过程中的进一步氧化，检测结果中过氧化值、酸价有可能较低，但不一定其中有毒有害产物如丙二醛等的含量就一定较低。

考虑上述因素，本次标准在预审稿的基础上增加丙二醛指标的依据：首先，裂壶藻粉产品中藻油氧化程度需要有评价指标，饲料的油脂安全性是产品质量的重要内容之一。其次，作为理化指标，丙二醛是单一物质、有明确的化学结构。第三，丙二醛既能够反映产品中油脂的氧化程度，又能反映其中因为氧化酸败所产生的、产品中含有的有毒有害物质的含量，作为具有双重代表意义的指标物质和指标值更有意义。第四，查阅相关标准GB 10146-2015《食品国家标准食用动物油脂》也设置了丙二醛指标，限量值为： $\leq 0.25 \text{ mg/100g}$ 。第五，相关文献研究证实丙二醛作为油脂氧化中有毒有害物质对鱼类具有较强的毒副作用（参考文献：叶元土蔡春芳吴萍等，氧化油脂对草鱼生长和健康的损伤作用，中国农业科学技术出版社，2015.9，ISBN 978-7-5116-2170-2），丙二醛对养殖动物（包括人）损伤作用的机制是氧化损伤为主，可诱导生物膜中脂肪酸进一步氧化损伤，也是蛋白质、核酸的交联剂，导致蛋白质和核酸变性损伤。第六，GB/T 28717-2012《饲料中丙二醛的测定高效液相色谱法》为现行国家标准，具有可操作性。

综上，丙二醛是单一、具体的物质，且是油脂氧化产物中对动物氧化损伤、对蛋白质和核酸发生交联反应导致损伤的重要有毒有害物质，还能反映藻粉产品中藻油的氧化程度。因此，将丙二醛作为藻粉产品中油脂氧化产物程度、有害物质的代表，作为裂壶藻粉产品标准的安全质量指标。

3.任务来源

根据农业农村部农产品质量安全监管司《政府购买服务合同》（合同编号：14202148，“行业管理与协调服务”类“行业标准制修订”款“农业行业标准制修订”项，政府购买服务代码为 125C0701）的规定开展本文件项目研制工作。由青岛琅琊台集团股份有限公司联合负责起草。本文件由中华人民共和国农业农村部畜牧兽医局提出，全国饲料工业标准化技术委员会归口。

二、主要工作过程

1. 成立编制小组

接到制标任务后，对该标准的具体工作进行了认真研究，确立了总体工作方案和任务分工并组建了标准编制小组，落实了起草工作的任务分工，具体如下：

本文件由主要起草单位为青岛琅琊台集团股份有限公司，协作单位为南京师范大学、中科院青岛生物能源与过程研究所、黄岛区农业农村局、青岛科源海洋生物有限公司、江苏天凯生物科技有限公司、厦门金达威集团股份有限公司、嘉必优生物技术（武汉）股份有限公司、广东润科生物工程股份有限公司、厦门汇盛生物有限公司、山东悦翔生物有限公司、青岛科海生物有限公司、广东丝恩食品工业有限公司、湖北欣和生物科技有限公司、中国动物卫生与流行病学中心、中粮营养健康研究院有限公司。

主要成员：李悦明、黄和、崔球、徐洪清、徐建春、夏修峦、胡学超、李丹、唐孝鹏、郑晓辉、钟惠昌、文莉莉、韩萍、董婉、徐炳政、王立春、宋晓金、田丽华、黄茂辉、鲁静、刘坤、张晓琳、郭东升、邹球龙、印铁、张忠鑫、阮长明。

所做的工作：李悦明工作组组长，主持全面协调、审核工作，标准研究方案确定；黄和、徐建春、徐洪清、崔球为标准主要执笔人，负责本文件的起草、编写；夏修峦、胡学超、李丹、唐孝鹏、郑晓辉、钟惠昌、文莉莉负责对国内外行业现状和发展情况进行全面调研，同时广泛搜集相关标准和技术资料，进行研究分析、资料查证等工作；韩萍、董婉、徐炳政、王立春、宋晓金、田丽华、黄茂辉、鲁静、刘坤、张晓琳、郭东升、邹球龙、印铁、张忠鑫、阮长明进行样品检测及数据整理，参与研究方案确定，对本文件各版本涵盖的全部内容提出编写和修改意见。

2. 收集市场上销售裂壶藻粉产品并检测及生产企业提供检测数据

经调查，饲料原料裂壶藻粉的生产企业在全国分布较为集中，主要在山东、湖北、福建、广东等，裂壶藻粉的加工工艺采用的是菌种发酵、分离、干燥、包装。我国裂壶藻粉生产工业起步较晚，生产工艺相对落后，品质安全性和稳定性差。当前裂壶藻粉生产和使用总量大，但实际生产和应用上还存在着很大问题，主要是生产企业规模较小，技术力量薄弱。

裂壶藻粉样品主要来源于各大裂壶藻粉生产企业，包括青岛科源海洋生物有限公司、江苏天凯生物科技有限公司、厦门金达威集团股份有限公司、嘉必优生物技术（武汉）股份有限公司、广东润科生物工程股份有限公司、厦门汇盛生物有限公司、山东悦翔生物有限公司、湖北欣和生物科技有限公司。为标准制定完成裂壶藻粉产品检测的单位主要为青岛科海生物有限公司。

标准编制小组先后共采集裂壶藻粉国内外主要的生产厂家的产品分析数据，样品采集涉及到的企业，其裂壶藻粉饲料产量占全国裂壶藻粉饲料产量的 80%以上。

3.标准编制过程

3.1 项目任务

主要工作过程：

3.1.1 起草阶段：

农业农村部畜牧兽医局标准制修订计划下达后，全国饲料工业标准化技术委员会针对制定裂壶藻粉行业标准的具体工作进行了全面研究，确定了总体工作方案，于 2020 年 1 月启动标准编制工作，经过广泛行业调研，成立了由生产企业、高校研究机构等单位组成的标准起草工作组。工作组吸纳了科研院所及国内主要生产企业等部门，能代表全国裂壶藻粉行业的情况。起草组经过广泛的收集、整理国内外相关标准和技术资料，分析整理国内外产品情况，形成标准草案，建立产品生产过程中各环节的相关要求及产品质量指标和检测方法，针对制定裂壶藻粉行业标准的具体工作进行了认真研究，形成标准草案，并对标准草案逐条进行了讨论，并按照讨论结果，对部分内容进行了修改，并对下一部工作计划进行了部署。

3.1.2 征求意见阶段：

2020 年 12 月 1 日至 2021 年 6 月 3 日，工作组将标准草案和编制说明的征求意见稿以邮件形式发给有关专家、生产企业和科研机构，共计 65 份。经过 7 个月的公开征求意见，收到回函的单位数 53 份，没有回函的单位数 12 份，视为无意见，回函没有意见的专家数 37 位。收集到意见 47 条，其中采纳 37 条，未采纳 10 条。

3.1.3 预审阶段：

工作组按照审查意见对标准征求意见稿作了进一步修改、整理和完善，对征集意见进行汇总，并对标准进行修改，形成预审稿。2021 年 10 月向全国饲料工业标准化技术委员会秘书处申请组织进行预审工作，经预审会参照预审专家的意见和建议，针对裂壶藻粉的特征性指标 DHA（二十二碳六烯酸）含量、粗脂肪和衡量裂壶藻粉氧化程度的丙二醛指标进行分级并进一步考察 DHA 含量和丙二醛的检测方法，编制说明中要补充卫生指标的验证结果（包括霉菌总数和细菌总数）、按照 GB/T 1.1-2020 和 GB/T 20001.10-2014 的要求规范标准文本及编制说明等，工作组通过补充实验数据及材料，来完善标准。

2022 年 8 月召开第二次预审会议，预会专家提出建议：依据项目组提供的样本检测数据，将Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级粗脂肪分别调整为 45.0%、40.0%、30.0%。进一步完善丙二醛检测方法，并邀请 3 家有检测资质的单位进行验证。文本中丙二醛是否作为分级指标及指标值，待检测方法完善、验证后再行确定。随后工作组对丙二醛该项指标的检测方法进行不断完善。

2023 年 7 月工作组确定丙二醛的检测方法和指标限值，将样品分发至广东恒兴饲料实业股份有限公司、广州市华莱科检测技术有限公司、四川威尔检测技术股份有限公司对其进行方法验证，经验证丙二醛的检测方法有效。

三、标准编制原则和主要技术内容确定的依据

1.标准编写规则

本文件的编写遵循 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》、GB/T 20001.10—2014 《标准编写规则 第 10 部分：产品标准》和 GB/T 20001.1—2001 《标准编写规则第 1 部分：术语》给出的规定。编制说明按原国家技术监督局“国家标准管理办法”第三章第十六条和“农业部国家（行业）标准的计划编制、制定和审查管理办法”第二章的基本要求而编写的。

2.编制原则

（1）遵循国家颁布的相关法律法规；

（2）适应我国现行饲料及饲料原料的要求，满足我国饲料、裂壶藻粉生产和国际贸易需要；

（3）利于提高裂壶藻粉产品的质量，促进产业升级和产品结构的调整；

（4）项目指标的修订原则：重点突出对直接影响裂壶藻粉质量水平和安全指标的控制，在编制过程中，国家相关标准、法律法规已有规定的（如安全卫生指标、添加剂的规定等），本文件与其保持一致；国家现行标准中尚未统一规定的（如检验规则、包装、运输、贮存、保质期等），根据我国裂壶藻粉的特点，并参考国内外有关资料进行制定；

（5）标准结构修订原则：以保证裂壶藻粉的良好品质为目标，既适应当前饲料企业生产状况，又保持标准的技术先进性、通用性、科学性和可操作性。

3.编制依据

3.1 饲料行业国家标准及强制性行业标准：

裂壶藻粉属于饲料原料的范畴，国家在饲料行业制定的许多相关标准同样适用于裂壶藻粉，因此下列标准是制定标准的主要依据。

GB/T 6432 饲料中粗蛋白测定 凯氏定氮法

GB/T 6435-2014 饲料中水分的测定

GB/T 6438 饲料中粗灰分的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB 10648 饲料标签

GB 13078 饲料卫生标准

GB/T 14699.1 饲料 采样

GB/T 18823 饲料检测结果判定的允许误差

GB/T 28717-2012 饲料中丙二醛的测定 高效液相色谱法

饲料原料目录（中华人民共和国农业部公告第 2038 号）

3.2 工作组采集样本及其检测数据：所有指标设置均以“单一指标统计分析结果+样本关联指标数据分析与判定”为依据；

3.3 国内外学术刊物发表的相关论文和专业类书籍；

3.4 部分指标数据结合统计分析结果与指标样本对标结果，综合分析后进行修订，如丙二醛等指标；

3.5 检测方法除了引用现行有效的标准方法外，对于不能直接引用或不适用的方法均进行了重复试验。

四、标准制定的主要内容与其论据

本文件规定了裂壶藻粉的技术要求、取样、试验方法、检验规则、标签、包装、运输、贮存和保质期。

理化指标和卫生指标中的技术指标、参数、性能要求都是依据 GB 13078 饲料卫生标准中相关的规定，检测方法优先引用现有国家和行业标准方法的要求并结合各厂家有关裂壶藻粉企标及其他相类似产品的标准进行验证。本文件主要内容中其他检验规则等的提出主要依据各厂家有关裂壶藻粉的企标，再经各厂家专家会议讨论的意见确定，尽可能与整个行业中的相似产品标准接轨，注重标准的可操作性。

本文件编制组收集了大量国内外相关资料，先后查询国内外相关的法律法规和标准方法确定本文件中裂壶藻粉的相关要求。本文件的适用范围为参照饲料原料目录（中华人民共和国农业部公告第 2038 号），公告中规定裂壶藻粉以裂壶藻（*Schizochytrium* sp.）种为原料，通过发酵、分离、干燥等工艺生产的富含二十二碳六烯酸（Docosahexaenoic acid, DHA）的藻粉。

在征求意见过程中苏州大学叶元土教授提出本标准只是适合于异养培养的裂壶藻粉产品，而需要有自养培养的裂壶藻粉的产品质量标准，并且两种来源的产品的质量差异应该体现出来。经过调查分析研究，目前国内外生产的裂壶藻粉产品均为异养发酵生产，并无自养生产的裂壶藻粉产品。

根据裂壶藻粉的性质及产品特点，确定了裂壶藻粉原料品质要求及生产工艺要求，结合多年的生产经验及查阅相关资料，制定了相关要求，具体如下：

1. 术语和定义

按照 GB/T 10647 界定的术语和定义适用于本文件。

2. 技术要求

2.1 外观与性状

外观与性状是对饲料原料的色泽、气味、外观性状等所做的规定。根据实际样品检测结果，通过国内外公开发表的文献报道，青岛琅琊台集团股份有限公司企业标准以及同行业的裂壶藻粉企业标准，确立裂壶藻粉主要外观与性状。收集样品主要外观与性状检测结果。取适量样品置于清洁、干燥的白瓷盘中，在自然光线下观察其色泽、形态和杂质，嗅其气味。

本文件的外观与性状。考虑裂壶藻粉的原料来源充足，作为行业标准，宜将指标范围设得较宽，体现标准的适用性。根据上述描述，本文件的外观与性状确立如下：

表 1 裂壶藻粉外观与性状

项 目	指 标
色 泽	浅黄色至棕黄色
气 味	具有裂壶藻藻粉独特的气味，无酸败、焦糊等其他异味
杂 质	无肉眼可见异物
形 态	粉末状或小颗粒状，无霉变性结块

2.2 理化指标的确定依据

1.产品的分类及其依据

（1）分类的必要性

在 2021 年 10 月 13 日预审会议中，与会专家认为裂壶藻粉是补充动物体内 DHA 含量的重要饲料原料，DHA 含量、粗脂肪含量以及油脂安全性（以丙二醛为标志）等是产品质量的核心指标。产品分级按照产品的质量属性进行区分。需要分别制定其质量标准，且需要通过理化指标对不同类别裂壶藻粉、不同质量等级产品加以区分、鉴别。

分级的核心指标（共 2 项）

——DHA 含量，设定下限（ $\geq$ ）；

——粗脂肪含量，设定下限（ $\geq$ ）；

表 2 理化指标分级的必要性

项目	必要性	意义
DHA 含量, g/100g	质量核心指标；分级指标	衡量藻粉质量的关键性指标，
粗脂肪, g/100g	质量核心指标；分级指标	营养质量指标
丙二醛, mg/kg	油脂酸败有害物质；安全性核心指标。	藻粉氧化程度和有害物质安全性指标。
水分, %	主成分之一	安全性保障指标
粗灰分, %	控制杂质含量	杂质含量限定性指标

粗蛋白质，%	主成分之一	营养质量指标
--------	-------	--------

丙二醛含量作为反应油脂氧化程度、有毒有害物质的指标，应当分级并设置上限，分级往往是等级越高指标限值就越低，但丙二醛存在于油脂中，粗脂肪含量越高丙二醛的数值往往越大，这就互相矛盾。因此，起草小组决定丙二醛只作为安全性指标设定上限，不进行分级。广泛征集各参与制定标准的生产厂家和其他生产厂家的裂壶藻粉的企业标准，开会研究并讨论裂壶藻粉作为饲料原料理化指标的确立。

粗蛋白质作为营养质量指标，预审时有专家提出可以作为分级指标进行控制，但考虑到裂壶藻粉的关键性指标为二十二碳六烯酸油脂和脂肪，通过该两项指标来把控产品的质量等级，粗蛋白质在裂壶藻粉细胞中在细胞壁含量较为多。而裂壶藻粉作为一种饲料原料主要提供的就是油脂类，因此粗蛋白质并不作为分级指标进行控制。

2.2.1 二十二碳六烯酸（DHA）含量

二十二碳六烯酸（DHA）含量作为裂壶藻粉产品的关键指标，是衡量裂壶藻粉产品质量差异的最重要的指标，但其检测方法之前存在差异，目前市面上检测 DHA 含量的主要方法为 GB 26400《食品安全国家标准 食品添加剂 二十二碳六烯酸》、GB 5009.168《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》、GB/T 21514《饲料中脂肪酸含量的测定》。在经过征求意见、会议讨论和咨询三方检测机构后，一致认为对于饲料原料的产品应该采用饲料的检测标准，建议使用 GB 5009.168《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》采用第一法内标法，将裂壶藻粉加入内标液后经过酸水解再经脂肪提取最后甲酯化，通过液相色谱检测。此方法检测裂壶藻粉中 DHA 含量更具有代表性。

在 2022 年 8 月份第二次预审会议时提出：测定方法不能直接引用《GB 5009.168-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》，工作组按照 GB 5009.168-2016 具体内容，增加了附录 A，以附录的方式详细给出了 DHA 的测定方法。

表 3 各企业标准中 DHA 含量指标限定值

企业名称	标准名称	标准号	DHA 含量（g/100g）		
			I级	II级	III级
广东丝恩	单一饲料 裂壶藻粉	Q/GDSE 001	≥10.0	≥18.0	≥25.0
嘉必优	饲料原料 裂壶藻粉	Q/WCA 007S	≥10.0	≥15.0	≥20.0

宁波浮田	裂壶藻粉	Q/FTSW 0003	≥10.0	≥12.0	≥15.0
青岛科源	饲料用裂壶藻粉	Q/0211 KYH001	≥10.0	≥10.0	≥10.0
润科生物	单一饲料 裂壶藻粉	Q/FJRK 0023S	≥10.0	≥18.0	≥25.0
厦门汇盛	裂壶藻粉	Q/XMHS 006	≥13.0	≥20.0	≥28.0
厦门君和	裂壶藻粉	Q/XMJHC 001	≥18.0	≥18.0	≥18.0
厦门葵星	裂壶藻粉	Q/XMKS 103	≥18.0	≥18.0	≥18.0
悦翔	裂壶藻粉	Q/1623SYX	≥10.0	≥18.0	≥22.0
湖北欣和	单一饲料 裂壶藻粉	Q/HXH0009S	≥13.0	≥18.0	≥22.0

注：统计上述企业标准对于测定 DHA 含量的方法有所不同，GB 26400《食品安全国家标准 食品添加剂 二十二碳六烯酸》、GB 5009.168《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》、GB/T 21514《饲料中脂肪酸含量的测定》。

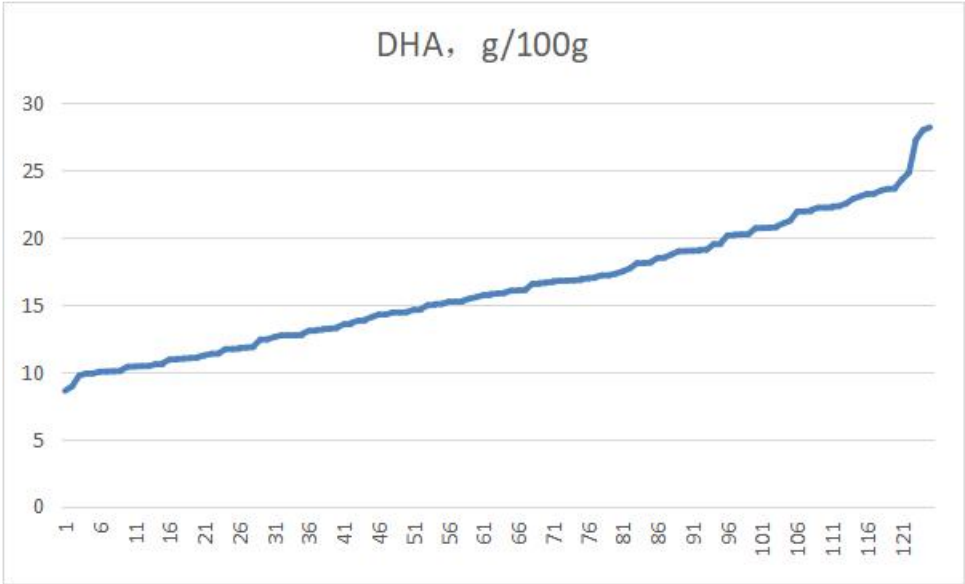


图 1DHA 含量测定结果

根据采样检测结果的分析（附表 1）可知，125 份样品二十二碳六烯酸（DHA）含量最大值 28.2g/100g，最小值 8.58g/100g，平均值 16.2714g/100g，其中 DHA 含量在≥10.0g/100g 时，共有 120 批次统计样本达到了 96%；DHA 含量在≥15.0g/100g 时，共有 72 批次统计样本达到了 57.6%；DHA 含量在≥22.0g/100g 时，共有 18 批次统计样本达到了 14.4%。

在预审会议中，专家提出由于生产裂壶藻粉的企业基本上都会生产其下游产品二十二碳六烯酸油脂，检测二十二碳六烯酸油脂中 DHA 含量的方法通常为 GB 5009.168 食品中脂肪酸含量（即附录 A）法检测。两种脂肪酸测定方法原理均为将脂肪酸甘油酯用氢氧化钠或氢氧

化钾的甲醇溶液造化，再将皂化物与三氟化硼-甲醇溶液反应转化为脂肪酸甲酯。区别在于 GB/T 21514 饲料中脂肪酸含量测定方法先水解后加内标物，且其内标物为十七烷酸，附录 A 测定方法为先加内标物后水解，内标物为十一碳酸甘油三酯。工作组在对这两种方法进行比较过程中比较两种方法检测 DHA 含量的 RSD 值基本均<10%，可看出两种方法均适宜。依据预审会意见，DHA 含量中脂肪酸的测定方法不能直接引用 GB 5009.168-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》，工作组对粗脂肪提取方法和脂肪酸测定方法再次进行了试验验证，增加了附录 A，以附录的方式详细给出 DHA 的测定方法及计算方法。

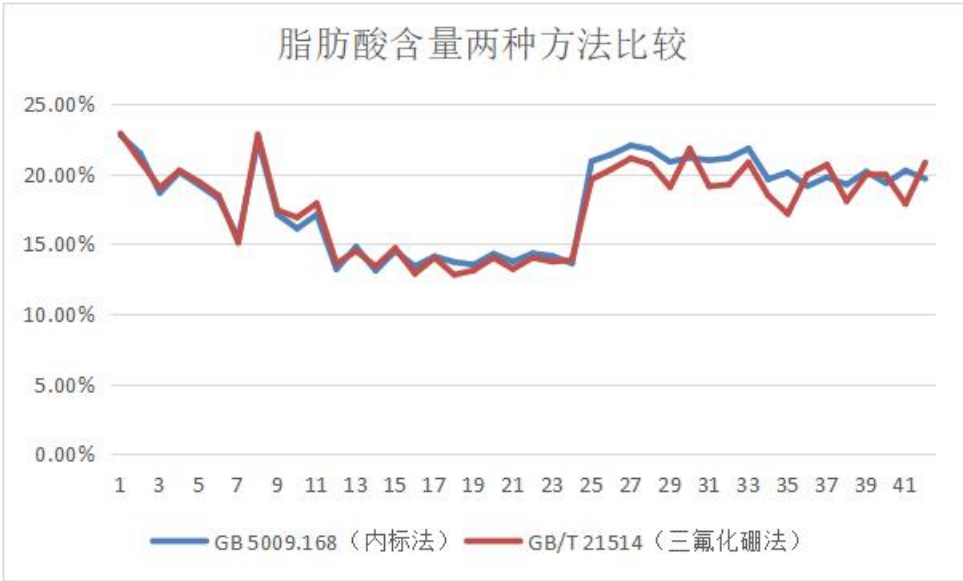


图 2 脂肪酸含量两种方法比较

表 4 两种脂肪酸含量测定方法结果对比

样本数	附录 A	GB/T 21514 （三氟化硼 法）	RSD	样本数	附录 A	GB/T 21514 （三氟化硼 法）	RSD
1	22.75%	22.89%	0.61%	22	14.33%	14.02%	2.05%
2	21.47%	20.93%	2.55%	23	14.15%	13.74%	3.93%
3	18.65%	19.01%	1.91%	24	13.61%	13.86%	2.19%
4	20.13%	20.25%	0.59%	25	20.90%	19.61%	2.94%
5	19.21%	19.43%	1.14%	26	21.39%	20.32%	1.82%
6	18.23%	18.46%	1.25%	27	22.03%	21.11%	6.37%
7	15.40%	15.10%	1.97%	28	21.76%	20.69%	5.13%
8	22.40%	22.80%	1.77%	29	20.86%	19.06%	4.27%
9	17.10%	17.40%	1.74%	30	21.16%	21.80%	5.04%
10	16.10%	16.90%	4.85%	31	20.97%	19.11%	9.02%
11	17.10%	17.90%	4.57%	32	21.13%	19.24%	2.98%

12	13.20%	13.60%	2.99%	33	21.81%	20.82%	9.28%
13	14.80%	14.50%	2.05%	34	19.62%	18.46%	9.36%
14	13.10%	13.40%	2.26%	35	20.10%	17.15%	4.64%
15	14.50%	14.70%	1.37%	36	19.13%	19.94%	6.09%
16	13.41%	12.88%	4.03%	37	19.76%	20.66%	15.84%
17	14.11%	14.02%	0.64%	38	19.24%	18.06%	4.15%
18	13.71%	12.80%	6.87%	39	20.16%	19.96%	4.45%
19	13.52%	13.12%	3.00%	40	19.34%	19.89%	6.33%
20	14.30%	14.01%	0.61%	41	20.24%	17.86%	1.00%
21	13.74%	13.21%	2.55%	42	19.65%	20.81%	2.80%

从表 2 中可以看出附录 A 方法的重现性和再现性分别为 2.46%、2.21%，明显要好于 GB/T 21514-2008 的方法。工作效率角度考虑，附录 A 方法用时较短，操作步骤少，所有产生的系统误差影响因素少，因此更适合裂壶藻粉中脂肪酸含量测定。

表 5 脂肪酸含量测定方法试验过程对比

	附录 A	GB/T 21514-2008
检测时长	6h	12h
操作步骤	相对简单，步骤少	相对复杂，步骤多
系统误差	系统误差影响因素少	系统误差影响因素多
重现性（RSD）	2.46%	7.75%
再现性（RSD）	2.21%	7.57%

2.2.2 粗脂肪

脂类尤其是高度不饱和脂肪酸（HUFA）一直以来都是饲料营养研究的重点。脂肪不仅是细胞的必要组成成分，也是主要的能力来源，既可以促进脂溶性维生素的吸收和提高饲料蛋白利用率，也可以作为诱食剂，在饲料中起着重要作用。并且脂肪作为二十二碳六烯酸的载体，考虑油脂过渡加工带来的营养成分损失和破坏严重等问题，因此脂肪含量限定值参考大部分企业标准。在征求意见过程中，有部分老师认为裂壶藻粉应当先破壁再提油。常用的实验室破壁方法为机械破壁和酸热法破壁。经实验室验证机械破壁破壁效果不明显，酸热法破壁效果明显，但 GB/T 6433《饲料中粗脂肪的测定》方法中 9.4 水解“将试料转移至一个 400mL

烧杯或一个 300mL 锥形瓶中，加 100mL 盐酸和金刚砂，用表面皿覆盖，或锥形瓶与回流冷凝器连接，在火焰上或加热板上加热混合物至微沸，保持 1h，每 10min 旋转摇动一次，防止产物粘附于容器壁上”。此部分操作已能够使裂壶藻细胞破壁，油脂完全释放，所以在 GB/T 6433 提油前无需其他方法破壁。

前期，根据各生产厂家的实际情况均采用 GB/T 6433-2006 法测定粗脂肪的含量，但在进行方法验证过程，GB/T 6433-2006 法并不能完全有效将藻粉细胞中的脂肪提取出来，而采用 GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中粗脂肪的测定 第二法 酸水解法按照其他食品的检测方法能够很好的将脂肪提取，所以本文件采用食品标准第二法酸水解法。

表 8 各企业标准中粗脂肪含量指标限定值

企业名称	标准名称	标准号	粗脂肪/%		
			I级	II级	III级
广东丝恩	单一饲料 裂壶藻粉	Q/GDSE 001	≥40.0	≥40.0	≥40.0
嘉必优	饲料原料 裂壶藻粉	Q/WCA 007S	≥20.0	≥30.0	≥40.0
宁波浮田	裂壶藻粉	Q/FTSW 0003	≥30.0	≥35.0	≥40.0
润科生物	单一饲料 裂壶藻粉	Q/FJRK 0023S	≥40.0	≥40.0	≥40.0
青岛科源	饲料用裂壶藻粉	Q/0211 KYH001	≥30.0	≥30.0	≥30.0
厦门汇盛	裂壶藻粉	Q/XMHS 006	≥25.0	≥40.0	≥60.0
厦门君和	裂壶藻粉	Q/XMJHC 001	≥45.0	≥45.0	≥45.0
厦门葵星	裂壶藻粉	Q/XMKS 103	≥45.0	≥45.0	≥45.0
悦翔	裂壶藻粉	Q/1623SYX	≥20.0	≥40.0	≥45.0
湖北欣和	单一饲料 裂壶藻粉	Q/HXH0009S	≥20.0	≥40.0	≥40.0

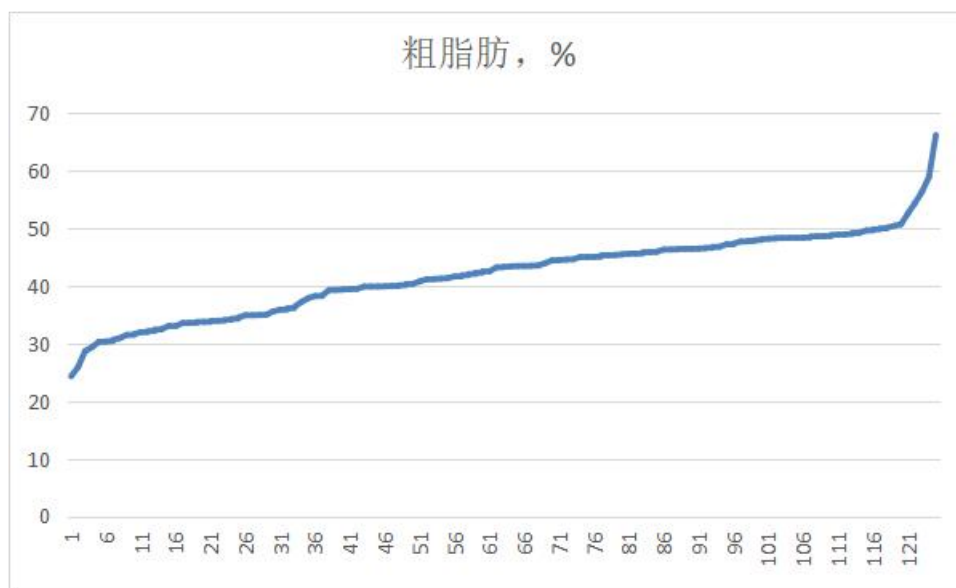


图 5 粗脂肪含量测定结果

根据采样检测结果分析（附表 1）可知，125 份样品粗脂肪含量最大值为 66.2%，最小值为 24.28%，平均值 42.51%。其中，在粗脂肪含量 $\geq 30\%$ 时，所统计的样本达到 96.8%合格率；在粗脂肪含量 $\geq 40\%$ 时，共有 78 批次统计样本达到 62.4%；在粗脂肪含量 $\geq 45\%$ 时，共有 52 批次统计样本达到 41.6%。

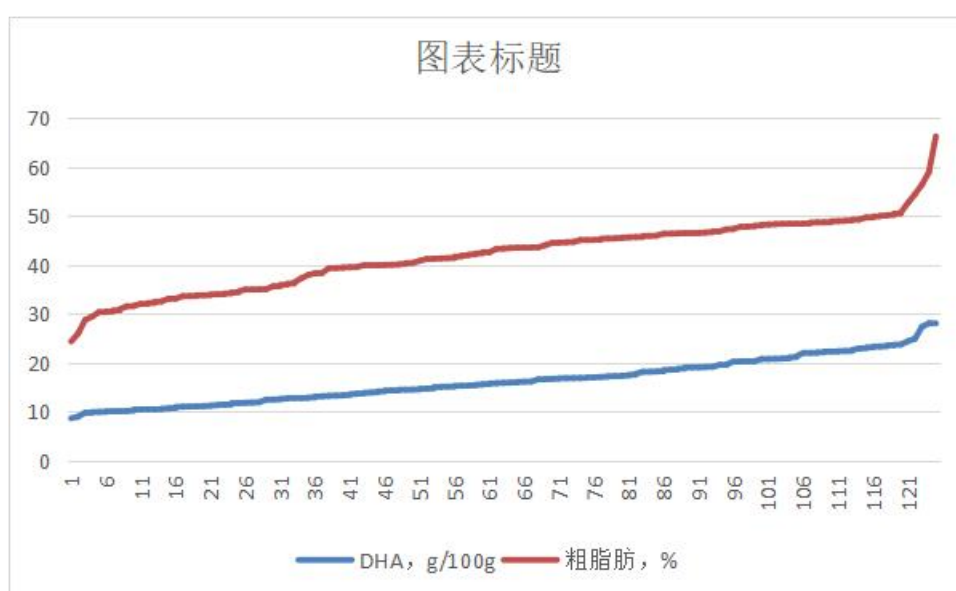


图 6DHA 含量与粗脂肪含量关系



图 7DHA 含量与粗脂肪的关系

由图表 5 可看出，DHA 含量与粗脂肪的关系，脂肪含量与 DHA 含量成正比关系，粗脂肪含量越高，DHA 含量越高，在图表 6 中可以看出，DHA 含量/粗脂肪比例在 0.3~0.5 左右。

2.2.3 水分

饲料主要由有机物和水组成，饲料水分含量标准，是衡量饲料产品营养密度的重要参数，又是与饲料物理性能及饲料保质期有直接关系的参数。饲料水分是影响生产成本的最重要因素之一，科学地利用水分能够在不降低饲料品质的前提下，降低生产能耗、机械磨损和过程损耗，从而提高生产效率、降低生产成本。保持饲料正常的水分，能够提高饲料适口性，降低饲料系数，提高饲料转化率，改善动物的生产性能。饲料水分的高低，由加工过程中的调质、干燥、冷却等工艺环节以及原料本身水分决定，在很大程度上反映了加工质量，因此本文件将水分归属为加工质量指标。水分含量低于 5.0%会使得生产上操作工艺比较难把握，成本增加，高于 5.0%容易导致微生物超标，因此水分含量建议小于等于 5.0%。

按照 GB 6435-2006 饲料中水分的测定。本文件拟采用该方法。

表 6 各企业标准中水分含量指标限定值

企业名称	标准名称	标准号	水分（%）		
			I级	II级	III级
嘉必优	饲料原料 裂壶藻粉	Q/WCA 007S	≤5.0	≤5.0	≤5.0
宁波浮田	裂壶藻粉	Q/FTSW 0003	≤8.0	≤9.0	≤10.0
润科生物	单一饲料 裂壶藻粉	Q/FJRK 0023S	≤7.0	≤7.0	≤7.0

青岛科源	饲料用裂壶藻粉	Q/0211 KYH001	≤5.0	≤5.0	≤5.0
厦门汇盛	裂壶藻粉	Q/XMHS 006	≤5.0	≤5.0	≤5.0
厦门君和	裂壶藻粉	Q/XMJHC 001	≤5.0	≤5.0	≤5.0
厦门葵星	裂壶藻粉	Q/XMKS 103	≤5.0	≤5.0	≤5.0
悦翔	裂壶藻粉	Q/1623SYX	≤5.0	≤5.0	≤5.0
湖北欣和	单一饲料 裂壶藻粉	Q/HXH0009S	≤5.0	≤5.0	≤5.0

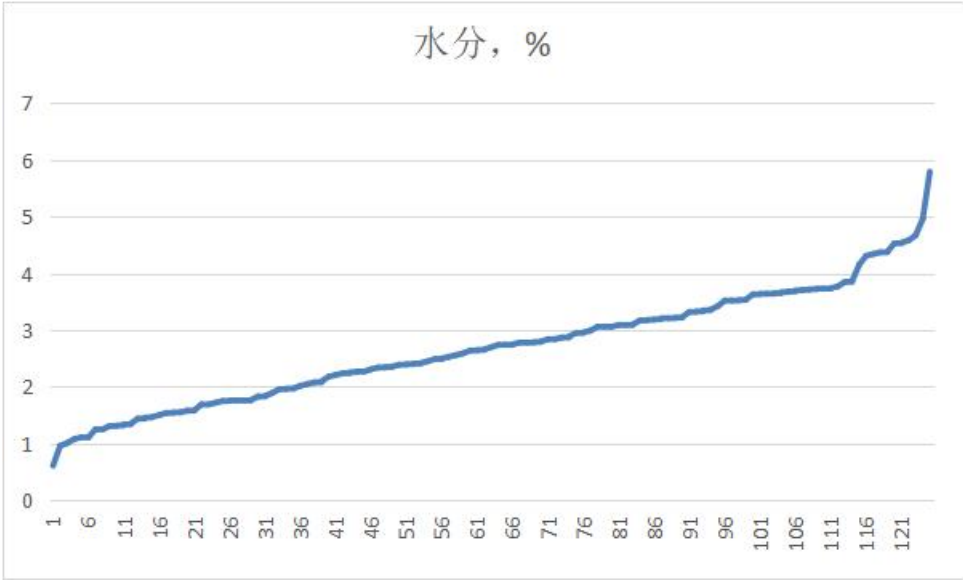


图 3 水分含量测定结果

根据采样检测结果的分析（附表 1）可知，125 份样品水分含量最大值 5.79%，最小值 1.01%，平均值 2.70%，水分含量在≤5.0%时达到了 99.2%。

2.2.4 粗蛋白质

裂壶藻粉作为饲料原料，为动物提供生存、生长所需的物质和能量，蛋白质是构成生命的物质基础，如果饲料中所含蛋白质不足，就会导致动物生长发育迟缓。粗蛋白是裂壶藻粉的一个关键的理化指标，蛋白含量的高低对于裂壶藻粉质量含量至关重要，部分厂家也是将蛋白含量作为分级别的重要依据。粗蛋白含量的测定方法有 GB/T 6432 饲料中粗蛋白测定方法。

表 7 各企业标准中粗蛋白含量指标限定值

企业名称	标准名称	标准号	粗蛋白/%		
			I级	II级	III级
广东丝恩	单一饲料 裂壶藻粉	Q/GDSE 001	≥10.0	≥10.0	≥10.0
嘉必优	饲料原料 裂壶藻粉	Q/WCA 007S	≥12.0	≥10.0	≥8.0
宁波浮田	裂壶藻粉	Q/FTSW 0003	≥8.0	≥8.0	≥8.0
润科生物	单一饲料 裂壶藻粉	Q/FJRK 0023S	≥12.0	≥12.0	≥12.0
青岛科源	饲料用裂壶藻粉	Q/0211 KYH001	≥8.0	≥8.0	≥8.0

厦门汇盛	裂壶藻粉	Q/XMHS 006	≥8.0	≥13.0	≥15.0
厦门君和	裂壶藻粉	Q/XMJHC 001	≥8.0	≥8.0	≥8.0
厦门葵星	裂壶藻粉	Q/XMKS 103	≥8.0	≥8.0	≥8.0
悦翔	裂壶藻粉	Q/1623SYX	≥8.0	≥8.0	≥8.0
湖北欣和	单一饲料 裂壶藻粉	Q/HXH0009S	≥8.0	≥8.0	≥8.0

图 4 粗蛋白含量测定结果

根据采样检测结果分析（附表 1）可知，120 份样品粗蛋白含量最大值为 38.6%，最小值为 8.35%，平均值 22.83%，在征求意见稿中，蛋白含量指标主要参照各企业标准，限定值为 ≥8.0%，所统计的样品结果中，100%的样品能够符合，因此将蛋白含量限定值提高至 10.0%，统计样本中 94.4%的样品粗蛋白含量≥10.0%。

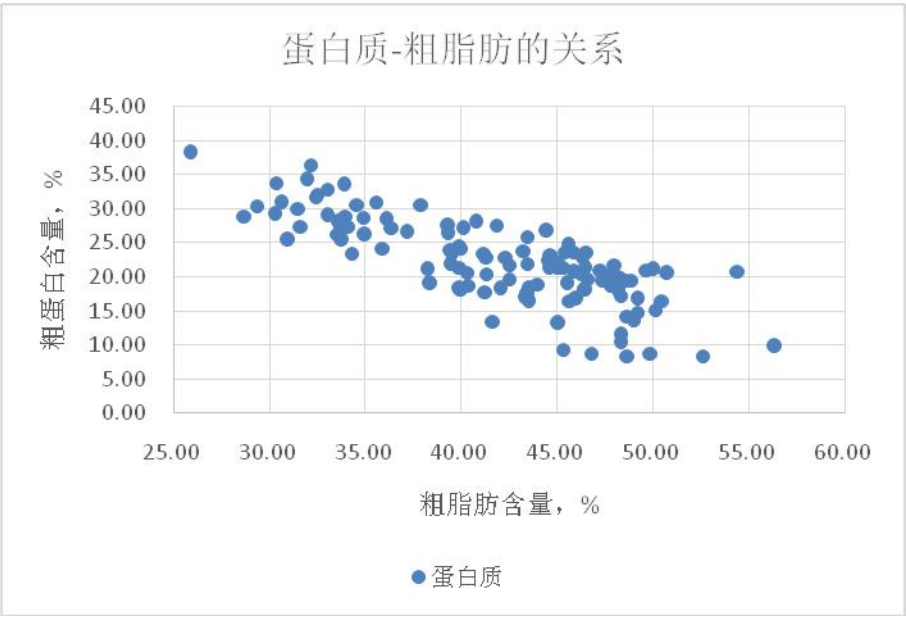


图 8 蛋白质与粗脂肪的关系

图表 7 为蛋白质与脂肪关系对比图，蛋白质含量主要分布在 10%~35%范围内，而粗脂肪主要集中在 30~50%范围内，且蛋白含量越高，脂肪含量就降低。

2.2.5 粗灰分

对于粗灰分指标，经考察许多企业标准中并不将粗灰分指标列入检验指标，但在实际生产过程中，大多数客户还是会对裂壶藻粉的粗灰分有要求。经过会议讨论，本着有利于规范裂壶藻粉生产质量及市场秩序的原则，结合农业农村局专家以及各生产厂家的意见和建议，

决定将粗灰分纳入裂壶藻粉的检测指标，检测方法依据 GB/T 6438 饲料中粗灰分的测定。

表 9 各企业标准中粗灰分含量指标限定值

企业名称	标准名称	标准号	粗灰分（%）		
			I级	II级	III级
广东丝恩	单一饲料 裂壶藻粉	Q/GDSE 001	≤10.0	≤10.0	≤10.0
宁波浮田	裂壶藻粉	Q/FTSW 0003	≤9.0	≤10.0	≤12.0
润科生物	单一饲料 裂壶藻粉	Q/FJRK 0023S	≤10.0	≤10.0	≤10.0
湖北欣和	单一饲料 裂壶藻粉	Q/HXH0009S	≤12.0	≤12.0	≤12.0

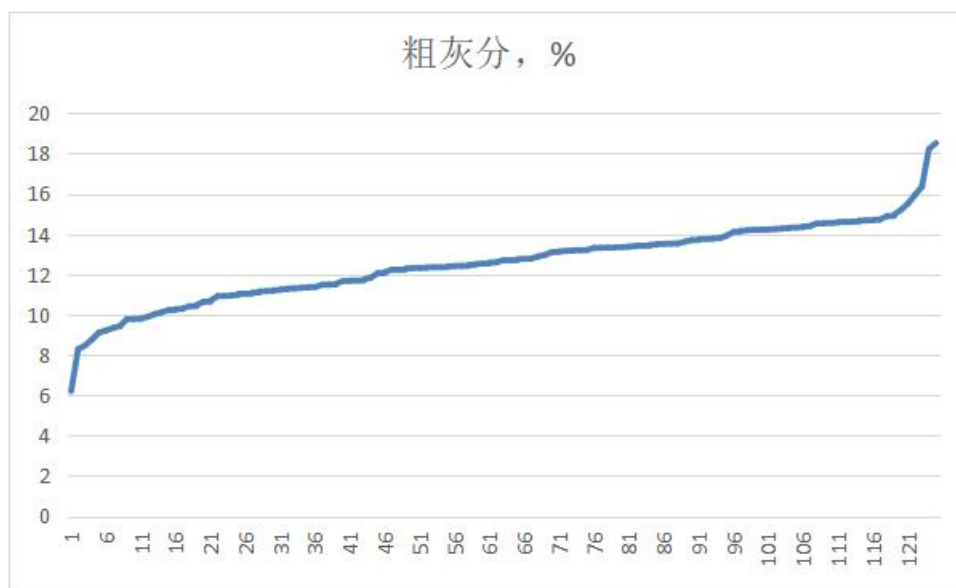


图 9 粗灰分含量测定结果

根据采样检测结果分析（附表 1）可知，125 份样品粗灰分含量最大值为 18.51%，最小值为 6.20%，平均值 12.36%，统计样本中 95.20%的样品粗灰分含量 $\leq$ 15%。

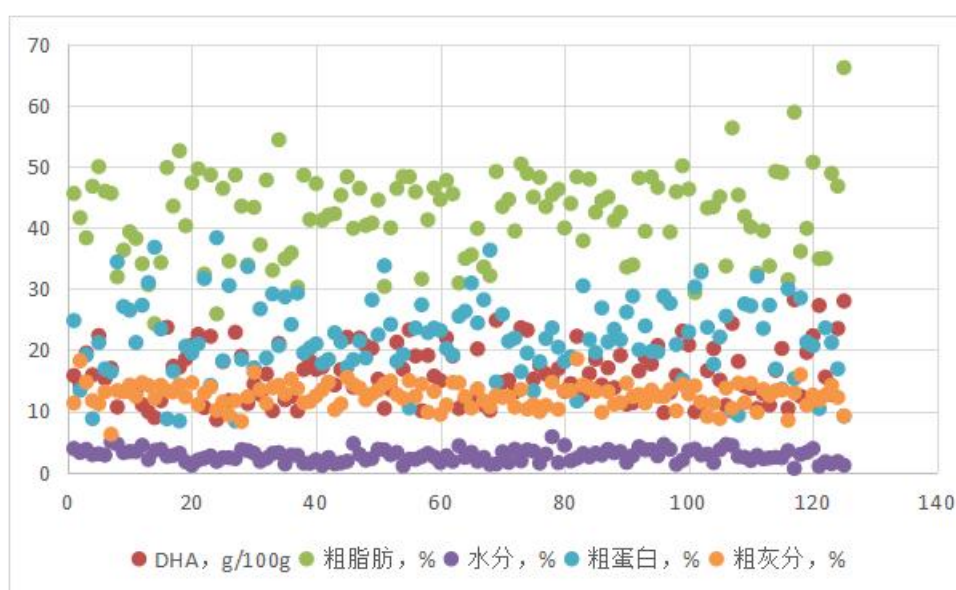


图 10 裂壶藻粉主要成分含量分布

2.2.6 丙二醛

裂壶藻粉作为饲料原料，对其 DHA 含量和脂肪质量的要求是首位的，其次是安全质量，需要限制油脂氧化酸败所产生的有毒有害的中间产物和终产物的含量。丙二醛作为脂肪酸氧化酸败的具体产物，具有特定的化学结构，既可以作为藻油氧化程度的判定指标，也是有毒

有害物质的限量指标，设置丙二醛的限定更为科学。

在第一次预审会议过程中，关于丙二醛含量指标做过多次研讨，主要议题是：在制标样本中丙二醛测定结果显示丙二醛（以裂壶藻粉计）还是提取的粗脂肪中丙二醛计量。会议一致认为如果以裂壶藻粉中丙二醛含量计，在指标限定值设定时就会遇到问题，因为裂壶藻粉产品中粗脂肪含量不同会导致其中丙二醛含量差异，而这种差异并不是其油脂氧化程度不同所致。以裂壶藻粉中丙二醛含量和裂壶藻粉所含粗脂肪中丙二醛含量二种检测方式和表述方法，最大的不同在于：因裂壶藻粉中粗脂肪含量不同导致丙二醛不能真实反映油脂氧化程度和有害物质含量。

例如，以油脂中丙二醛含量计 20 mg/kg 限定值，如果裂壶藻粉中粗脂肪含量为 20%，则裂壶藻粉中丙二醛含量为 4 mg/kg；如果裂壶藻粉中粗脂肪含量为 50%，则裂壶藻粉中丙二醛含量为 10mg/kg。即如果以裂壶藻粉中丙二醛含量计，后者为前者的 2.5 倍，或前者为后者的 1/4，而实际上以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计二者的氧化程度、有害物质含量是一样的。

如果测定粗脂肪中丙二醛含量，不仅可以反映藻粉中藻油的氧化程度，也可以反映样本中有毒物质——丙二醛的含量。综合上述分析，修订标准设定为丙二醛（以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计）的限量。

第二，对检测方法进行对标分析和研讨。参与制标的检测机构对照丙二醛的检测方法 GB/T 28717-2012《饲料中丙二醛的测定高效液相色谱法》进行了对标分析，之后确定“将裂壶藻粉破壁提取粗脂肪”，并在 4 个饲料企业检测机构再次进行对标检测。而提取裂壶藻粉中的粗脂肪成为关键，既能将藻粉细胞破壁将油脂释放又不能在此过程中破坏其脂肪使其氧化。

常用的破壁方式一般有：机械破壁、超声破壁、酶解破壁、酸水解破壁、冻溶法等等。采用机械破壁，效率极低；酶解法破壁，其效率高但利用酶法温度控制在 50℃且对于 pH 有要求此过程容易被氧化；冻溶法操作过程由于温度反复变化亦容易被氧化；工作组制定了如下实验方案利用超声法破壁提取脂肪后检测丙二醛：

试验方案一：平行做两份实验，称取 10g 试样置于 500ml 烧杯中，加入 300ml 石油醚（沸程 30~60℃），冷水浴细胞粉碎机超声振荡粉碎 20min 后于 25℃下以 8000r/min 离心 5min，取上层液 35℃旋转蒸发至无石油醚溢出，残留物为提取的粗脂肪。立即称取提取的粗脂肪 1g

（精确至 0.0001g）于具塞三角瓶中，按照 GB/T 28717-2012 中 7.1 的规定，准确加入 50ml 三氯乙酸-EDTA 混合溶液，于 25℃下以 180 次/min 振摇 30min。取约 20ml 提取液于 50ml 离心管中，5000r/min 离心 5min，取上清液按 GB/T 28717-2012 自 7.2 开始操作。

在 2022 年 8 月第二次预审会议上，围绕试验方案一展开讨论，认为此方法具有局限性。首先根据方案一破壁提油的效率很低，此实验方案需有多个实验室共同验证。会后此实验方案由其他实验室验证后一致认为破壁效率低，提取油脂不完全，从而更换破壁方式。通过查阅资料，参考张凤坪老师《一种裂殖壶菌藻粉中 DHA 含量的测定方法》的专利文献制定如下方案：

试验方案二：

1. 将裂壶藻粉样品 10g，盐酸（8.3mol/L）20ml 混匀，进行恒温振荡（60℃，30min，100 次/min），水解完成后取出烧瓶冷却至室温；
2. 水解后的试样加入 10ml 95%乙醇，混匀。将烧瓶中的水解液转移到分液漏斗中，用 50ml 乙醚石油醚混合液冲洗烧瓶和塞子，冲洗液并入分液漏斗中，加盖。振摇 5min，静置 10min。将醚层提取液手机到 250ml 烧瓶中，按照以上步骤重复提取水解液 3 次，最后用石油醚乙醚混合液冲洗分液漏斗，并收集到 250ml 烧瓶中。旋转蒸发至浓缩至干，残留物为脂肪提取物。
3. 称取上述油脂 1g，置入 250ml 三角瓶中，准确加入 50ml 三氯乙酸混合液，180r/min 振摇 30min，取约 20ml 提取液于 50ml 离心管中，5000r/min 离心 5min。
4. 衍生化。准确移取上述试样溶液上清液、丙二醛标准系列溶液各 5ml 分别置于 25ml 比色管内，加入 5.0TBA 溶液，混匀，置于 90℃水浴中保温 20min，取出，用冰水浴迅速冷区，移入离心管试管内，12000r/min 离心 5min，取上清液上机测定，丙二醛标准系列和试样同步衍生化。

本小组通过酸水解法破壁（试验方案二）通过不同人员比对进行测试，得到的数据如下：

表 10 酸水解法提油后测丙二醛

样品编号	1 组人员（mg/kg）		2 组人员（mg/kg）		平均值 （mg/kg）	RD%
	平行样 1	平行样 2	平行样 1	平行样 2		
1	1.82	15.1	5	10.15	8.02	5.84
2	14.58	23.46	37.12	57.32	33.12	18.61
3	37.51	44.25	90.24	51.99	56.00	23.58
4	5.64	15.64	4.4	5.17	7.71	5.31

5	3.46	4.5	4.66	32	11.16	13.91
6	4.76	18.1	67.04	301	97.73	138.14

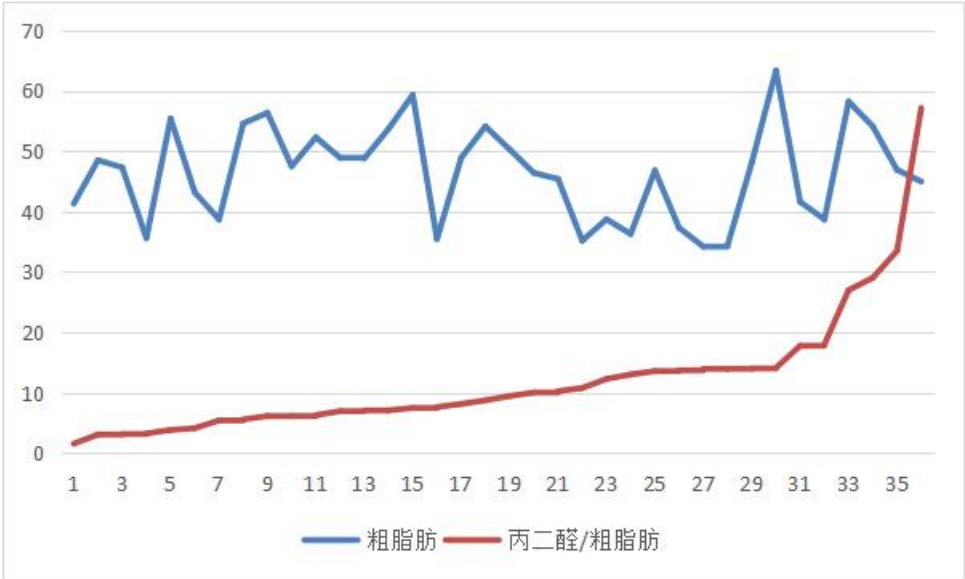
由上表结果可看出，用酸水解方法提油后再测丙二醛，平行性非常不好，所得到的数据标准偏差非常大，数据并不能使用。由此我们得出结论酸水解方法提油后测丙二醛并不合适。

此后，工作组又召开会议进行讨论，会议中中科院能源所崔球老师提出测定藻粉中的丙二醛，然后除以测定的粗脂肪，得到的就是以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计的，如是，做以下实验，得到的数据如下表 11，可以看出，直接以藻粉做丙二醛数据平行性就很稳定，标准偏差均 <1 ，数据相对于破壁提油法更具有可靠性。裂壶藻粉产品中粗脂肪含量不同会导致其中丙二醛含量差异，而这种差异并不是其油脂氧化程度不同所致。因此以藻粉中的丙二醛/粗脂肪即代表以裂壶藻粉所含脂肪为基础计。

表 11 丙二醛检测数据汇总

平行样 1	平行样 2	丙二醛(以粉 计)(mg/kg)	RD/%	粗脂肪	丙二醛/粗脂 肪
3.58	4.04	3.81	0.33	53.7	7.09
3.18	2.94	3.06	0.17	54.6	5.60
1.69	0.63	1.16	0.75	35.6	3.26
4.12	3.86	3.99	0.18	48.9	8.16
6.82	6.68	6.75	0.10	48.1	14.03
2.76	3.08	2.92	0.23	47.5	6.15
0.54	0.75	0.645	0.15	41.3	1.56
14.96	16.46	15.71	1.06	54.1	29.04
3.68	3.92	3.8	0.17	35.19	10.80
7.09	6.85	6.97	0.17	38.7	18.01
3.01	2.41	2.71	0.42	35.48	7.64
4.95	4.51	4.73	0.31	36.3	13.03
4.98	4.64	4.81	0.24	34.4	13.98
4.89	4.67	4.78	0.16	34.2	13.98
5.26	4.98	5.12	0.20	37.3	13.73
7.50	7.3	7.40	0.14	41.6	17.79
4.56	4.32	4.44	0.17	59.32	7.48
9.10	8.8	8.95	0.21	63.33	14.13
26.10	25.3	25.7	0.57	44.97	57.15
1.85	1.73	1.79	0.08	43.17	4.15
1.46	1.54	1.5	0.06	48.5	3.09
15.08	16.34	15.71	0.89	46.9	33.50
3.66	3.26	3.46	0.28	48.8	7.09
4.87	4.65	4.76	0.16	50.3	9.46
4.58	4.74	4.66	0.11	46.4	10.04

1.32	1.68	1.5	0.25	47.3	3.17
15.10	16.32	15.71	0.86	58.2	26.99
3.05	3.87	3.46	0.58	56.34	6.14
4.08	5.44	4.76	0.96	38.72	12.29
5.02	4.3	4.66	0.51	45.4	10.26
6.85	5.87	6.36	0.69	46.8	13.59
2.67	1.59	2.13	0.76	55.4	3.84
2.34	1.86	2.1	0.34	38.7	5.43
4.89	4.57	4.73	0.23	54.1	8.74
3.57	3.03	3.3	0.38	52.3	6.31
3.46	3.34	3.4	0.08	48.9	6.95



第五，食用油脂中丙二醛的限量在 GB 10146-2015《食品安全国家标准食用动物油脂》（适用于食用动物油脂，仅包括食用猪油、牛油、羊油、鸡油和鸭油）中丙二醛也是限量指标之一，限量为≤0.25 mg/100g。最后，综合制标样本和饲料企业使用的裂壶藻油脂中丙二醛含量的实际情况，在修订标准中，将裂壶藻粉中丙二醛（以粗脂肪计）含量设定为：

表 12 裂壶藻粉丙二醛（以粗脂肪计）限定值

项 目	指 标
丙二醛（以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计）/（mg/kg）	≤20

征求意见过程，部分老师建议增加裂壶藻粉粒径指标，由于行业内裂壶藻粉大部分采用喷雾干燥的方式，加上行业内和客户基本上没有对粒径要求，所以此次未将粒径指标列入限定指标。

另外，中科院青岛生物能源与过程研究所的崔球教授指出，经研究证实裂壶藻粉中富含角鲨烯（Squalene），建议将角鲨烯含量的测定列入裂壶藻粉理化指标中。角鲨烯又称是一种开链三萜类化合物，最初是从鲨鱼的肝油中发现的，故得名鲨烯，其具有提高体内超氧化物歧化酶（SOD）活性、增强机体免疫能力、改善性功能、抗衰老、抗疲劳、抗肿瘤等多种生理功能，是一种无毒性的具有防病治病作用的海洋生物活性物质。可用作营养药中，治疗多种疾病，也可以做胆固醇生物中间体等，其附加值非常高。但就目前国内生产裂壶藻粉厂家的检测能力和范围来说，目前都没有能力能够检测裂壶藻粉中角鲨烯含量，并且对目前来说，角鲨烯含量的检测方法 NY/T3673-2020《植物油料中角鲨烯含量的测定》还未实施，检测能力尚未达到。因此，此次制定裂壶藻粉行业标准未将角鲨烯含量列入检测的理化指标内。角鲨烯含量的检测方法验证也是后续我们参与企业需要不断去攻克钻研的重要课题。

表格 8 为以青岛琅琊台集团为试点，提供样品给参与小组企业，依据制定标准中检测项目和检测方法对样品进行检测，最终将检测数据汇总青岛琅琊台集团，进行数据统计以达到对检测方法进行能力验证。经过数据统计分析比较，各指标相对标准偏差均<10%，达到数据的有效平行。认为方法可靠有效。

表 13 各参与企业检测裂壶藻粉理化指标

项目	青岛科源	江苏天凯	厦门金达威	嘉必优（武汉）	广东润科	山东悦翔生物	湖北欣和	第三方	平均值	相对标准偏差
DHA（以C ₂₂ H ₃₂ O ₂ 甘油三酯计）/（g/100g）	20.00	22.50	22.40	20.00	20.82	20.60	20.07	22.30	21.09	5.35%
水分/%	3.86	3.10	3.60	3.86	3.67	3.83	3.19	3.90	3.63	8.69%
粗灰分/%	13.00	14.10	13.10	13.00	13.60	12.10	12.68	12.40	13.00	4.91%
粗蛋白/%	34.80	34.10	36.70	34.80	34.94	34.30	34.00	34.94	34.82	2.43%
粗脂肪/%	42.60	43.30	43.60	44.00	40.84	40.60	43.63	41.40	42.50	3.20%
丙二醛/mg/kg	3.4	/	/	/	/	3.6	/	3.8	3.6	5.56%

综上，根据各起草单位的意见，确定裂壶藻粉的理化指标如下表所示，检测方法均按照国

家标准检测。

表 14 裂壶藻粉标准理化指标

项 目	指 标		
	I 级	II 级	III 级
DHA 含量/（g/100g）	≥22.0	≥15.0	≥10.0
粗脂肪/%	≥45.0	≥40.0	≥30.0
粗蛋白质/%	≥10.0		
水分/%	≤5.0		
粗灰分/%	≤15.0		
丙二醛（以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计）/ （mg/kg）	≤20		

3.卫生指标的确立

已有强制性国家标准 GB 13078《饲料卫生标准》可以引用。本文件确定裂壶藻粉的卫生指标符合 GB 13078 饲料卫生标准的要求。表 13 汇总了几家生产裂壶藻粉生产厂家 16 批样品，严格按照 GB 13078-2017《饲料卫生标准》的要求，对全部卫生制标进行了检测。

由表 13 检测结果可以看出，16 个样品中全部合格。由于裂壶藻粉是由裂壶藻种细胞发酵培养，生产过程只添加有机碳源和氮源，其卫生指标均能符合 GB 13078-2017 要求限定值。

16 个样品的检测结果充分证明，GB 13078-2017《饲料卫生标准》中有关裂壶藻粉的指标值设置是合理的、科学的。

表 15 各厂家卫生指标检测数据

检测项目	砷	铅	汞	镉	铬	氟	亚硝酸盐 (以 NaNO ₂ 计)	黄曲霉 素	氰化物 (以 HCN 计)	游离棉 酚	异硫氰 酸酯(以 丙烯基 异硫氰 酸酯计)	六六六	滴滴涕	六氯苯 (HCB)	沙门氏 菌(25g)
标准限值	≤40mg/ kg	≤10mg/ kg	≤0.1mg/ kg	≤2mg/ kg	≤0.5mg/ kg	≤150mg/ kg	≤15mg/ kg	≤30ug/k g	≤50mg/ kg	≤20mg/ kg	≤100mg/ kg	≤0.2mg/ kg	≤0.05mg/ kg	≤0.01mg/ kg	未检出
青岛科源 -1	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
青岛科源 -2	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
青岛科源 -3	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
山东悦翔 -1	0.1	0.14	0.16	0.08	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
山东悦翔 -2	0.15	0.19	<0.04	0.09	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
山东悦翔 -3	0.13	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
江苏天凯 -1	0.15	<0.04	<0.04	0.08	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
江苏天凯 -2	0.14	0.21	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
检测项目	砷	铅	汞	镉	铬	氟	亚硝酸	黄曲霉	氰化物	游离棉	异硫氰	六六六	滴滴涕	六氯苯	沙门氏

							盐（以 NaNO ₂ 计）	素	（以 HCN 计）	酚	酸酯（以 丙烯基 异硫氰 酸酯计）			（HCB）	菌（25g）
标准限值	≤40mg/ kg	≤10mg/ kg	≤0.1mg/ kg	≤2mg/ kg	≤0.5mg/ kg	≤150mg/ kg	≤15mg/ kg	≤30ug/k g	≤50mg/ kg	≤20mg/ kg	≤100mg/ kg	≤0.2mg/ kg	≤0.05mg/ kg	≤0.01mg/ kg	未检出
厦门金达威-1	0.25	0.15	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
厦门金达威-2	<0.04	0.16	<0.04	0.06	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
嘉必优-1	<0.04	<0.04	<0.04	0.07	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
嘉必优-2	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
广东润科-1	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
广东润科-2	0.13	0.14	<0.04	0.09	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
厦门汇盛-1	0.15	0.15	<0.04	0.08	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
厦门汇盛-2	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

根据本文件规定的项目和检测方法检测进口裂壶藻粉的理化指标如下表：

样品来源	DHA, g/100g	粗脂肪, %	水分, %	粗蛋白, %	粗灰分, %	丙二醛（以裂壶藻粉所含粗脂肪为基础计）（mg/kg）
美国嘉吉	18.45	51.4	3.5	14.5	10.5	16.54
美国 ABM	23.79	55.6	2.0	16.7	8.8	22.30
荷兰 DSM	20.56	54	3.6	12.6	9.8	14.63
法国罗盖特	16.42	41.5	4.5	25.6	8.6	10.36

根据上表可看出，进口藻粉也基本满足此文件的要求。

4. 取样

取样方法按照 GB/T 14699.1 的规定执行。

5. 试验方法

试验方法是保证国家标准正确实施的重要手段，也是为监督部门提供的有力工具。本文件对所有指标的试验方法都作了明确规定。

6. 检验规则

检验规则包括组批、检验、和判定规则，其中检验又包括出厂检验和型式检验两项内容，对其都作了具体说明。

7. 标签、包装、运输、贮存和保质期

产品标签标示符合 GB 10648《饲料标签》的规定，以维护消费者的知情权和选择权。依据裂壶藻粉市场分布区域的气候环境特点以及产品性质，产品保质期与标签中标明的保质期一致。考虑到在饲料生产、运输及贮存过程中影响产品质量的诸多因素，为避免生产与销售过程中的纠纷现象，以国家饲料监管部门和国家质量技术监督机构的检测结果为最终判定。

四、采用国际标准

本文件没有采用国际标准。

本文件制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本文件制定过程中未测试国外的样品。

本文件水平为国内先进水平。

五、与现行法律法规和强制性标准的关系

《饲料原料 裂壶藻粉》行业标准完全符合现有法律法规和强制性标准的相关规定，与法律法规和强制性标准的规定并无冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性或推荐性标准的意见

本文件作为推荐性行业标准发布。标准的制定旨在规范裂壶藻粉的质量与其市场行为，其制定过程是在依据国家相关法规和强制性标准的前提下，参考了现有饲料生产企业标准，充分考虑现行市场裂壶藻粉的市场特点（如养殖地区差异对饲料产品的需求不同）和发展趋势，因此建议以推荐性标准颁布、实施。标准在实施过程中根据国家相关法规与强制性标准的继续完善，相关指标、内容可根据国内外裂壶藻粉科学研究的进展、生产模式的改进和市场的变化适时予以重新界定。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本文件的贯彻实施对于规范裂壶藻粉市场，提高裂壶藻作为饲料原料的使用安全，指导生产发展具有重大意义，因此，建议采取有力措施进行本文件的宣贯实施，在各有关裂壶藻粉的科研、生产、加工、销售等环节实施本文件，并授权有关饲料质检机构监督检查标准的实施情况，充分发挥质检机构技术优势和监督职能。

建议将本文件作为推荐性标准尽快发布实施。

1.发布后、实施前应将信息在媒体上广为宣传。尤其在裂壶藻粉的主要消费区，更要加大宣传力度。

2.本次制定不仅与裂壶藻粉生产厂家有关，而且与每个裂壶藻粉上下游厂家

以及终端消费者有关。对于使用过程中容易出现的疑问，要在媒体上撰文事先予以解释。

3.要针对不同的使用对象，如消费者、生产厂家、质量监管部门等，有侧重点的进行培训、宣传。

4.实施的过渡期宜定为 6 个月。

5.建议质量监督部门加强对强制性指标的检测。

九、废止现行有关标准的建议

本文件为首次制定。

十、其他应予说明的事项

无。

参考文献

1. 吕小义, 尹佳, 付杰,等. 裂壶藻营养特性及其积累 DHA 的研究[J]. 食品工业, 2016, v.37;No.232(01):222-225.
2. 陈家鑫. 裂壶藻及其制品在水产苗种培育中的应用[J]. 科学养鱼, 2002, 000(006):53-53.
3. 汪少芸, 江勇, 孟春,等. 海洋微藻裂壶藻发酵液胞外多糖的制备及活性研究 [J]. 福州大学学报(自然科学版), 2011(05):786-791.
4. 高颖, 胡晓, 李来好,等. 超声辅助酶解对裂壶藻抗氧化肽抗氧化活性的影响 [C]// 2016 年中国水产学会学术年会论文摘要集. 2016.
5. Fu Jie, 付杰, Liu Meng,等. 裂壶藻产 DHA 藻油中脂肪酸的不同甲酯化方法与 GC-MS 分析[C]// 中国粮油学会油脂分会学术年会暨产品展示会. 中国粮油学会油脂分会, 2016.
6. 荣辉, 杨贤庆, 李来好,等. 一种高效安全环保的提取裂壶藻油脂的方法:.
7. 武琼. 裂壶藻蛋白源抗氧化肽的制备分离及稳定性研究[D]. 中国海洋大学, 2015.
8. 李浩洋, 班甲, 陈骏佳,等. 日粮添加裂壶藻对鸡蛋 DHA 含量、品质及蛋鸡生产性能的影响[J]. 中国饲料, 2015, 000(011):37-39.
9. 兰君, 宋晓金, 谭延振,等. 利用伯克霍尔德氏菌脂肪酶富集裂壶藻油脂中的二十二碳六烯酸[J]. 食品科学, 36(1).
- 10.[1]武琼. 裂壶藻蛋白源抗氧化肽的制备分离及稳定性研究[D]. 中国海洋大学, 2015.
- 11.Metz J G , Kuner J , Rosenzweig B , et al. Biochemical characterization of polyunsaturated fatty acid synthesis in Schizochytrium: release of the products as free fatty acids.[J]. Plant Physiology & Biochemistry, 2009, 47(6):472-478.
- 12.宋晓金, 张学成, 况成宏, et al. Optimization of fermentation parameters for the

biomass and DHA production of *Schizochytrium limacinum* OUC88 using response surface methodology[C]// 中国海洋湖沼学会藻类学分会第七届会员大会暨第十四次学术讨论会. 0.

13. Barclay W R . *Schizochytrium* and *thraustochytrium* strains for producing high concentrations of omega-3 highly unsaturated fatty acids[J]. US, 2006.
14. Barclay W , W Ea Ver C , Metz J , et al. Development of a Docosahexaenoic Acid Production Technology Using *Schizochytrium*: Historical Perspective and Update[J]. *Single Cell Oils*, 2010:75-96.
15. 张凤枰, 罗彬月, 杜雪莉,等. 一种裂殖壶菌藻粉中 DHA 含量的测定方法:, CN104914207A[P]. 2015.
16. 叶元土蔡春芳吴萍等, 氧化油脂对草鱼生长和健康的损伤作用, 中国农业科学技术出版社, 2015.9, ISBN 978-7-5116-2170-2
17. 姜剑锋, 赵丽芹, 陈涛,等. 寇氏隐甲藻不同破壁方法的研究[J]. *中国粮油学报*, 2011(08):99-101+106

附录 A

下表为工作组各实验室检测裂壶藻粉理化指标的数据统计

序号	批次	DHA, g/100g	粗脂肪, %	水分, %	粗蛋白, %	粗灰分, %
1	LHZ-001	15.8	45.6	3.86	24.8	11.3
2	LHZ-002	14.42	41.63	3.21	13.4	18.22
3	LHZ-003	19.5	38.34	3.73	19.14	14.73
4	LHZ-004	15.9	46.78	2.84	8.74	11.69
5	LHZ-005	22.34	49.99	2.99	21.2	11.17
6	LHZ-006	15.29	45.97	2.78	16.9	13.15
7	LHZ-007	16.98	45.62	4.96	16.4	6.2
8	LHZ-008	10.65	31.96	4.58	34.4	13.32
9	LHZ-009	13.19	36.34	3.18	27.1	13.17
10	LHZ-010	13.32	39.32	3.36	26.5	14.24
11	LHZ-011	12.72	38.23	3.35	21.2	12.4
12	LHZ-012	11.03	34.1	4.38	27.3	14.62
13	LHZ-013	9.88	30.65	2.05	31	14.17
14	LHZ-014	8.91	24.28	3.54	36.8	12.12
15	LHZ-015	11.69	34.3	3.72	23.42	14.2
16	LHZ-016	23.69	49.83	2.59	8.71	13.36
17	LHZ-017	17.31	43.53	2.74	16.5	13.11
18	LHZ-018	17.18	52.6	3.09	8.35	14.29
19	LHZ-019	18.53	40.32	1.69	20.6	12.3
20	LHZ-020	20.74	47.35	1.11	19.5	14.6
21	LHZ-021	22.53	49.62	1.97	20.97	11.04
22	LHZ-022	10.56	32.42	2.27	31.67	12.89
23	LHZ-023	22.22	48.64	2.64	14.2	13.92
24	LHZ-024	8.58	25.9	1.75	38.36	10.12
25	LHZ-025	18.08	46.42	2.36	18.21	11.49
26	LHZ-026	11.7	34.53	2.35	30.53	9.33
27	LHZ-027	22.88	48.62	2.21	8.35	11.69
28	LHZ-028	18.98	43.52	3.68	18.48	8.28
29	LHZ-029	11.22	33.91	3.52	33.62	12.32
30	LHZ-030	14.42	43.33	3.09	17.06	16.35
31	LHZ-031	12.71	37.18	1.76	26.7	13.51
32	LHZ-032	16.07	47.79	2.27	18.68	11.26
33	LHZ-033	10.04	33.02	3.06	29.15	13.79
34	LHZ-034	21.05	54.38	3.19	20.7	14.22
35	LHZ-035	11.82	34.89	1.32	28.68	12.79
36	LHZ-036	12.4	35.87	2.78	24.15	15.2

37	LHZ-037	10.01	30.28	2.75	29.3	13.7
38	LHZ-038	16.77	48.6	1.46	19.48	11.37
39	LHZ-039	18.18	41.33	1.44	20.33	11.54
40	LHZ-040	16.8	47.22	2.02	20.99	12.47
41	LHZ-041	17.19	41.22	1.08	17.76	13.47
42	LHZ-042	14.61	42.07	2.39	18.43	14.71
43	LHZ-043	14.26	42.28	1.34	22.8	10.23
44	LHZ-044	16.76	45.32	1.5	21.34	11.16
45	LHZ-045	22.06	48.34	1.77	17.19	15.51
46	LHZ-046	13.88	39.89	4.67	18.4	14.33
47	LHZ-047	21.94	46.44	2.87	21.44	13.75
48	LHZ-048	20.69	40.36	1.97	18.69	11.84
49	LHZ-049	20.26	40.77	2.24	28.19	12.76
50	LHZ-050	15.21	44.52	3.73	22.48	13.39
51	LHZ-051	10.41	30.38	3.65	33.77	14.42
52	LHZ-052	13.54	39.97	2.84	24.18	14.89
53	LHZ-053	21.26	46.41	3.21	18.14	12.7
54	LHZ-054	16.82	48.38	1.01	19.25	12.06
55	LHZ-055	23.27	48.34	2.1	10.49	14.96
56	LHZ-056	19.01	45.86	2.08	23.57	12.42
57	LHZ-057	10.03	31.61	2.53	27.38	14.38
58	LHZ-058	19.09	41.29	3.06	22.83	9.8
59	LHZ-059	15.71	46.5	2.5	23.56	13.2
60	LHZ-060	14.96	44.61	1.55	23.17	9.43
61	LHZ-061	21.95	47.71	2.66	20.23	10.97
62	LHZ-062	19	45.53	1.76	19.16	14.67
63	LHZ-063	10.42	30.93	4.31	25.51	14.6
64	LHZ-064	11.79	34.95	2.4	26.33	12.35
65	LHZ-065	11.89	35.56	3.23	30.93	10.48
66	LHZ-066	20.16	39.87	1.76	24.41	13.62
67	LHZ-067	11	33.57	2.41	28.2	11.67
68	LHZ-068	10.12	32.16	1.25	36.33	10.7
69	LHZ-069	24.84	49.19	1.31	14.74	12.53
70	LHZ-070	14.66	43.45	3.32	25.82	12.23
71	LHZ-071	15.04	44.6	1.58	21.4	12.32
72	LHZ-072	13.12	39.46	3.74	21.94	10.64
73	LHZ-073	23.62	50.42	1.84	16.42	13.52
74	LHZ-074	23.24	48.87	3.63	19.48	10.31
75	LHZ-075	15.22	45.01	3.42	13.3	11.04
76	LHZ-076	17.48	48.21	1.47	18.05	9.89
77	LHZ-077	16.04	43.45	2.95	21.86	10.92

78	LHZ-078	15.44	45.4	5.79	23.6	14.68
79	LHZ-079	16.93	46.3	1.54	20.42	10.28
80	LHZ-080	13.23	39.95	4.37	18.1	13.32
81	LHZ-081	14.46	43.96	1.83	18.86	13.35
82	LHZ-082	22.22	48.32	2.26	11.62	18.51
83	LHZ-083	12.58	37.87	3.06	30.49	14.26
84	LHZ-084	16.11	47.96	2.49	21.7	13.79
85	LHZ-085	18.48	42.52	3.1	19.58	13.22
86	LHZ-086	14.26	44.43	2.79	26.87	9.79
87	LHZ-087	17.06	45.01	3.71	21.34	13.2
88	LHZ-088	13.8	41.14	3.17	23.38	11.1
89	LHZ-089	19.09	42.53	3.33	21.65	11.37
90	LHZ-090	11.1	33.54	1.59	26.18	14.56
91	LHZ-091	11.37	33.94	2.7	28.8	12.35
92	LHZ-092	16.54	48.15	4.15	20.02	12.7
93	LHZ-093	18.74	39.42	3.64	23.93	11.31
94	LHZ-094	17.7	48.3	3.67	19.75	13.42
95	LHZ-095	20.71	46.6	2.65	19.64	12.42
96	LHZ-096	9.71	28.66	4.54	28.83	12.35
97	LHZ-097	13.05	39.28	3.7	27.63	13.53
98	LHZ-098	15.84	45.87	1.25	20.88	10.03
99	LHZ-099	23.06	50.13	1.96	15.07	14.32
100	LHZ-100	20.82	46.32	3.52	22.94	12.77
101	LHZ-101	9.87	29.35	3.77	30.32	14.11
102	LHZ-102	11.34	33.02	2.8	32.74	11.48
103	LHZ-103	16.61	43.22	2.96	23.71	9.11
104	LHZ-104	20.22	43.42	1.55	17.65	11.22
105	LHZ-105	15.05	45.05	3.64	22.11	8.77
106	LHZ-106	10.91	33.73	4.53	25.53	13.76
107	LHZ-107	24.32	56.32	4.34	9.92	10.42
108	LHZ-108	18.11	45.32	2.56	9.31	14.55
109	LHZ-109	14.08	41.85	2.45	27.53	11.34
110	LHZ-110	13.64	40.11	1.89	27.21	14.52
111	LHZ-111	10.38	32.52	2.74	32.03	9.78
112	LHZ-112	12.83	39.5	2.18	23.51	13.53
113	LHZ-113	10.96	33.74	2.31	27.31	12.52
114	LHZ-114	16.67	49.21	2.42	16.88	13.31
115	LHZ-115	20.23	48.99	2.34	13.58	13.42
116	LHZ-116	10.42	31.48	3.53	29.98	8.47
117	LHZ-117	28.2	58.9	0.61	15.3	12.97
118	LHZ-118	12.42	36.12	2.89	28.53	15.94

119	LHZ-119	19.58	39.88	3.22	21.27	10.93
120	LHZ-120	22.32	50.7	3.85	20.68	12.59
121	LHZ-121	27.26	34.9	0.96	10.4	11.75
122	LHZ-122	15.56	35	1.69	23.6	12.60
123	LHZ-123	12.72	48.9	1.35	21.2	14.21
124	LHZ-124	23.5	46.8	1.72	16.9	12.23
125	LHZ-125	27.99	66.2	1.11	9.14	9.21