

中华人民共和国国家标准

《水产配合饲料 第6部分：
石斑鱼配合饲料》

编制说明

(公开征求意见稿)

起草单位：广东恒兴饲料实业股份有限公司、
广东海洋大学

2022年10月27日

一、标准修订背景及任务来源

1 标准修订背景

1.1 现行石斑鱼配合饲料标准及其存在的缺陷

目前，我国现行石斑鱼配合饲料标准为 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》，该标准规定了石斑鱼配合饲料产品分类、技术要求（原料与添加剂要求、感官要求、加工质量指标、营养成分指标、卫生指标、净含量）、试验方法、检验规则及标签、包装、运输和贮存等。该标准实施 13 年来对我国石斑鱼配合饲料的产品规范、品质控制和质量安全管理发挥了重要作用。然而，随着石斑鱼养殖业的发展、饲料产业技术的革新、营养与饲料研究的新突破以及新的饲料安全规范制度的出台，如《饲料质量安全管理规范》（2017 年 11 月 30 日农业部令 2017 年第 8 号修订）、《饲料添加剂安全使用规范》（2017 年 12 月 15 日农业部公告第 2625 号）、《饲料原料目录》（2018 年 4 月 27 日农业农村部公告第 22 号）和《饲料添加剂品种目录（2013）》修订（2019 年 11 月 18 日农业农村部公告第 231 号）及《新饲料和新饲料添加剂管理办法》（2022 年 1 月 7 日农业农村部令 2022 年第 1 号修订），该标准规定的营养成分指标、饲料卫生等指标已无法准确、完整、客观地评判石斑鱼配合饲料的品质，无法满足当代养殖业和饲料产业的需求，影响了石斑鱼配合饲料产品的养殖效果和使用安全。饲料产品安全关乎到食品安全，健康养殖生产绿色食品需要安全、高效、环境友好型配合饲料，GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》标准已不能满足当前石斑鱼饲料生产厂家的质量控制需求，主要体现在以下几方面：

(1)更新标准细则，修正原有标准严重落后于现有法律法规、部门规章的缺陷与不足

为了提高饲料产品质量，保障养殖动物产品，国家对饲料原料生产、经营和使用进行了规范，农业部分别于 2012 年、2013 年下发了 1773 和 2045 号公告，规范了《饲料原料目录》和《饲料添加剂品种目录》，并于 2017 年下发了强制性标准 GB 13078—2017《饲料卫生标准》等一系列法规和规范性文件，而现有的 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》中没有体现出上述法规与强制性标准的要求。因此，亟需对该标准进行修订，使之与现行的法律法规、部门规章和实际生产现状保持一致。

(2)加工质量指标已不能满足当前石斑鱼配合饲料生产加工需要

由于制订 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》标准时，我国水产饲料起步不久，石斑鱼配合饲料配方、生产加工工艺等技术水平有限，许多技术参数参考畜禽饲料标准，而水产饲料与畜禽饲料所用原料、配方和工艺有巨大的差异，许多加工质量指标(如颗粒粉化率)已经不适应现有石斑鱼配合饲料生产要求，有的指标甚至制约了石斑鱼配合饲料技术的创新和发展。

(3)营养成分指标已经不能满足当前养殖业绿色发展的需要

近年来，科研院所和饲料企业对石斑鱼主要营养素的需求量及代谢生理进行了系统研究，如石斑鱼蛋白质、脂肪、碳水化合物三大能源物质的需要量，必需氨基酸、必需脂肪酸、维生素和矿物质等主要微量营养素的需求量，蛋白源/脂肪源替代，功能性饲料添加剂开发，营养素平衡技术以及低蛋白日粮技术对石斑鱼生长与免疫的影响等；评价了石斑鱼对常用饲料原料的消化利用率；深入研究了石斑鱼配合

饲料的精准配制技术和配套的生产加工工艺。此外，目前生产石斑鱼配合饲料的企业，稚鱼、幼鱼、中鱼和成鱼配合饲料粗蛋白质含量分别为 50%、47%、45%和 44%以上，而在 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》中稚鱼、幼鱼、中鱼和成鱼配合饲料中粗蛋白质在 45%、43%、40%和 38%以上，对配合饲料中粗蛋白质值规定只有下限，和目前国家对降低饲料蛋白质值的引导不符，也不利于改善养殖水体的富营养化。上述研究成果为配制安全、高效、环保型石斑鱼配合饲料提供了理论基础，也为制定和修改石斑鱼配合饲料标准提供了宝贵的科学依据，对于补充完善 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》标准具有重要的意义和必要性。

(4)卫生指标不符合国家相关规定

GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》中规定，石斑鱼配合饲料的安全卫生指标应符合 NY 5072—2002《无公害渔用配合饲料安全限量》的要求，但该标准早已废除，配合饲料卫生指标应满足 GB 13078—2017《饲料卫生指标》要求。

根据石斑鱼营养需求研究及其配合饲料研发的新成果，结合现代水产配合饲料生产设备与加工工艺水平，在原国家标准 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》的基础上制定更为切合当代石斑鱼绿色健康养殖实际的《石斑鱼配合饲料》国家标准，有助于进一步规范和指导水产饲料企业生产和经营石斑鱼配合饲料，保证和提高石斑鱼配合饲料产品质量，提升石斑鱼配合饲料使用效果，也有助于监管部门有效监管石斑鱼配合饲料产品质量，保障产品质量。

1.2 国内石斑鱼养殖产业发展现状

石斑鱼 (*Epinephelus* sp.) 是石斑鱼亚科 (*Epinephelinae*) 鱼类的总称, 隶属于硬骨鱼纲 (*Osteichthyes*)、辐鳍亚纲 (*Neopterygii*)、棘鳍总目 (*Acanthopterygii*)、鲈形目 (*Perciformes*)、鲈亚目 (*Percoidei*)、鲷科 (*Serranidae*)。其中, 常见养殖种类有斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*)、点带石斑鱼 (*Epinephelus malabaricus*)、鞍带石斑鱼 (*Epinephelus lanceolatus*)、赤点石斑鱼 (*Epinephelus akaara*)、棕点石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus*)、褐点石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus*)、青石斑鱼 (*Epinephelus awoara*)、云纹石斑鱼 (*Epinephelus moara*)、虎龙杂交斑 (*Epinephelus fuscoguttatus*♀ × *E. lanceolatus*♂) 和云龙石斑鱼 (*Epinephelus moara*♀ × *E. lanceolatus*♂) 等。石斑鱼属 (*Epinephelus*) 作为石斑鱼科中种类最多的属, 其体型大小变化较大, 从小型到大型均有分布; 而另一种类数较多的九棘鲈属 (*Cephalopholis*) 除了红九棘鲈 (*Cephalopholis sonnerati*) 外都是体长小于 50cm 的小型石斑鱼。石斑鱼为底栖性鱼类, 其成鱼主要栖息于珊瑚礁及近岸岩礁区域, 也有部分栖息于底质为沙质、泥质或淤泥质的海域, 如青铜石斑鱼 (*Epinephelus aeneus*)、褐点石斑鱼等, 其幼鱼则偏爱选择海草床、红树林等生境。大多数石斑鱼为独居性鱼类, 除了在繁殖期集群外一般不成群; 但也有些种类的生活方式为一尾雄鱼和若干尾雌鱼组成的小群体。石斑鱼类是珊瑚礁生态系统的顶级捕食者, 绝大多数为肉食性, 主要以其他鱼类、甲壳类及头足类为食, 但也不乏一些滤食性的石斑鱼类, 如副花属 (*Paranthias* spp.)。

由于石斑鱼具有富含营养、肉质鲜美、低脂肪、高蛋白质等特点, 在港澳地区被认为是我国四大名鱼之一, 是高档筵席必备之上等食用

鱼。其价格昂贵，具有很高的经济价值，是我国沿海地区重要的养殖鱼类之一，并在中国和东南亚国家得到了广泛养殖。近年来，广东、海南、福建、广西、河北、山东、浙江、天津等 8 个省、市、自治区均养殖石斑鱼。2021 年全国石斑鱼养殖产量为 20.4 万吨，列海水鱼产量的第三位（仅次于大黄鱼、卵形鲳鲹），年配合饲料产量约 12~15 万吨（饲料普及率 50%以上）。可见，石斑鱼已经成为我国网箱养殖、池塘养殖的重要海水鱼类品种，石斑鱼配合饲料也成为市场上海水鱼配合饲料的主要产品，经济效益非常显著。

1.3 标准修订的目的和意义

配合饲料是当前石斑鱼养殖过程最重要的环节之一，占整个养殖成本的 70%以上。随着水产饲料技术的不断进步，现生产的石斑鱼配合饲料，更符合石斑鱼营养需要，加工工艺更科学，在石斑鱼养殖推广中取得重大突破。但是现行的 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》因制定时间较早，个别指标（如粉化率）设置与现在生产工艺相比不合理，可操作性差；部分营养指标（如粗蛋白质、总磷）已不符合当前国家绿色发展导向，缺乏饲料安全性核心限量指标（如组胺、丙二醛），部分试验方法需更改完善。

GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》标准制定至今已 13 年，本标准与 GB/T 22919.6—2008《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》主要技术指标的对比更具有科学性、合理性和可操作性。

石斑鱼配合饲料标准的修订是结合现阶段营养需求与饲料加工，引导石斑鱼配合饲料生产实现标准化，提高并稳定石斑鱼配合饲料的质量水平，助推我国石斑鱼养殖和水产饲料产业健康可持续发展。

2 任务来源

2021年8月24日,国家标准化管理委员会以“国标委发[2021]23号”文下达“水产配合饲料 第6部分:石斑鱼配合饲料”推荐性国标制定项目,项目编号:20213332-T-469,项目周期18个月。本项目由全国饲料工业标准化技术委员会提出并归口。项目承担单位:广东恒兴饲料实业股份有限公司、广东海洋大学。合同(协议书)编号为T-NY—2022-102-01。

国标委同时下达了推荐性国家标准外文版(英语)计划项目“水产配合饲料 第6部分:石斑鱼配合饲料 Formula feed for groupers”,外文版项目计划编号:W20212025。

二、主要工作过程—未修改

1 成立编制小组

2021年接到《水产配合饲料 第6部分:石斑鱼配合饲料》国家推荐性标准修订项目任务后,标准修订单位于2021年3月成立标准编制小组,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,落实人员分工。本项目由广东恒兴饲料实业股份有限公司、广东海洋大学二家单位共同承担。由谭北平担任标准修订首席专家。标准主要起草人及任务分工见表1。

表1 标准主要起草人员和任务分工

姓名	承担任务
谭北平	项目主持人,负责项目的全面工作,制定实施方案、样品饲料的收集及确定技术参数。
张海涛	负责技术参数确定及修订,协助标准文本及标准编制说明的起草。
邓君明	负责市场上主要品牌的石斑鱼配合饲料产品样品的收集、送检,协助标准编制说明的撰写与修改。

王卓铎	标准文本及标准编制说明的起草。
韦振娜	组织项目工作和制定实施方案，共同确定技术参数。组织市场调研，协助标准草案的意见收集。
孙广文	标准文本和编制说明修改和完善，协助收集标准草案的意见和对意见的分析汇总处理。
汤燕平	负责收集资料、对收集的样品饲料分析、协助确定技术参数、编写标准文本及编制说明、组织收集标准草案的意见和对意见的分析汇总处理。
谢瑞涛	负责标准文本格式的修改。
张卫	组织市场调研，协助标准文本英文稿翻译。

2. 收集市场上销售石斑鱼配合饲料产品并检测及生产企业提供检测数据

石斑鱼配合饲料的采集地区主要集中在广东、海南、福建等石斑鱼主产区，饲料样品主要来源于各养殖区域内具有持续产销量和影响力的饲料企业，包括广东恒兴饲料实业股份有限公司、通威股份有限公司、广东海大集团股份有限公司、广东粤海饲料集团股份有限公司、广东粤佳饲料有限公司、百洋产业投资集团股份有限公司、广东顺德鼎一生物科技有限公司、广东越群生物科技股份有限公司、广东上上生物科技有限公司、广东双湖饲料公司、湛江国联饲料有限公司、湛江东腾饲料有限公司、中山统一企业有限公司、阳江市大海水产饲料有限公司、揭阳海福水产发展有限公司、佛山市南海区杰大饲料有限公司、福建天马科技集团股份有限公司、海南海壹水产饲料有限公司、漳州海瑞水产生物科技有限公司、福星（厦门）生物饲料有限公司、福建海童饲料有限公司、日本林兼产业株式会社、三通中部饲料（山东）有限公司、日清丸红（天津）饲料科技有限公司、山东汉业生物科技有限公司、山东海威饲料有限公司、泰州市嘉盛饲料有限公司等。

另外，部分企业还提供了石斑鱼配合饲料加工质量的数据，包括混合均匀度、含粉率和溶失率数据。

为标准修订提供石斑鱼配合饲料样品检测的单位主要为广东恒兴饲料实业股份有限公司质量检测中心。

先后共采集到石斑鱼配合饲料 155 个样本及产品分析数据（已剔除 20 余个东星斑配合饲料样本）。样品采集涉及到的企业，其石斑鱼配合饲料产量占全国石斑鱼配合饲料产量的 80%以上。

3 标准编制过程

3.1 项目启动工作会议和项目工作计划

2021 年 3 月，标准修订单位接到《水产配合饲料 第 6 部分：石斑鱼配合饲料》行业标准修订项目任务；

于 2021 年 3 月在广东恒兴饲料实业股份有限公司质量检测中心会议室召开了项目组启动会议，正式组成了本标准修订的标准编制小组，①石斑鱼配合饲料标准的主要内容和标准指标项；②制标样本采集方案；③国内涉及石斑鱼饲料的样本采集、工作协调函等；④决定开展相关试验工作，如饲料丙二醛、组胺对石斑鱼生长性能和胃肠道健康的影响，以确定石斑鱼配合饲料丙二醛、组胺的限量设置依据；石斑鱼配合饲料在存储过程中组胺、丙二醛含量的变化，以确定石斑鱼配合饲料的存储条件；⑤任务分工、工作落实到具体人。

2022 年 2 月，在广东恒兴饲料实业股份有限公司质量检测中心会议室进行第二次集中工作组会议，重点对以下内容进行研究：①对制标工作进展进行了总结；②对制定的标准指标项、结构再次进行了研讨和确认；③二个养殖试验和一个存储试验开展情况和补充试验等问题。

3.2 “定向征求意见稿”编制阶段

2021年3月~2022年8月，在查询、收集国内外相关标准、文献和技术资料的基础上，在参照国际和国外先进标准的基础上，结合目前市场上石斑鱼配合饲料的整体情况和企业的技术标准，初步确定了石斑鱼配合饲料的加工质量指标、营养指标及相应的试验方法，形成了标准草案。之后，工作组对标准草案进行了多次讨论研究。经认真研究分析，完成了标准文本及编制说明的定向征求意见稿。

3.3 定向征求意见阶段

2022年8月26日~2022年8月31日，标准起草小组将起草完成的国家推荐标准《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》“定向征求意见稿”以邮件形式发往与水产动物营养需求研究、配合饲料研发、应用与监管等相关的科研院所、高校、检测机构、技术推广机构、相关协会和企业等共26家单位的26位专家征求意见，得到了24家单位的24位专家回复的93条建议（其中1位专家回复没有意见和建议）。根据国内外石斑鱼营养与饲料研究进展和我国国情以及饲料企业现状，对其中52条予以采纳（39条）或部分采纳（13条），对另外40条在现实情况下难以执行或存在争议或不尽合理的建议，暂且未予采纳或暂时搁置。未采纳的意见主要鉴于目前饲料企业检测条件还不够成熟（如有效磷的测定）。征求意见稿征求的意见和建议的处理情况详见国家推荐性标准《水产配合饲料第6部分：石斑鱼配合饲料》征求意见稿意见汇总处理表。根据征求意见稿征求的意见和建议，标准编制小组对标准进行了认真的修改，于2022年09月25日形成了国家推荐性标准《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》预审讨论稿。

3.4 预审稿形成和标准预审

依据“定向征求意见稿”返回的“意见”，于2022年09月27日完成了“《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》（预审稿）”。

2022年XX月XX日，广东恒兴饲料实业股份有限公司组织专家通过视频会议方式对《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》（预审稿）进行了认真审查，形成了预审意见。

预审会主要意见有以下几点：

1. ；
2. ；
3. ；
4. ；
5. ；
6. 。

详见“水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料”标准预审意见及其处理情况汇总表。

与会专家一致XXXXX。

3.5 公开征求意见

依据2022年XX月XX日预审意见，对标准中文本格式和文本内容、加工和营养指标等做了修改，并对修改内容的编制说明进行了补充、完善。2022年XX月完成了“《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料（公开征求意见稿）”。

2022年XX月XX日全国饲料工业标准化委员会在XX网（<http://www.XXXXX>）发布“关于征求《XXXXX》等XX项国家推荐性标准（征求意见稿）意见的通知（全饲标【2022】XX号）”，

《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》列在其中。通知中要求在XX月XX日前将意见反馈至全国饲料工业标准化委员会。截止公示结束，该标准征集到反馈意见XX条。

3.6 组织专家进行终审

3.7 报批稿的形成

三、标准的编写规则、编制原则与编制依据

1 标准编写规则

本标准的编写遵循 GB/T 1.1 - 2020《标准化工作导则 第一部分：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”第三章第十六条的基本要求而编写的。

2 编制原则

2.1 遵循国家颁布的相关法律法规。

2.2 重点突出对直接影响石斑鱼配合饲料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、饲料添加剂的规定等），本标准与其保持一致；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），根据我国石斑鱼配合饲料的特点，并参考国内外有关资料进行制定。

2.3 保证满足石斑鱼各生长发育阶段的营养需求。

2.4 规范石斑鱼配合饲料生产企业生产经营，促进水产饲料业的健康可持续发展。

2.5 以保证石斑鱼配合饲料的良好品质为目标，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 GB/T 22919.6 - 2008 水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料

石斑鱼配合饲料属于饲料的范畴，国家在饲料行业制订的许多相关标准同样适用于石斑鱼配合饲料，因此下列标准是制订本标准的主要依据。

GB/T 5918 饲料产品混合均匀度的测定

GB/T 6432 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法

GB/T 6433 饲料中粗脂肪的测定

GB/T 6434 饲料中粗纤维的含量测定

GB/T 6435 饲料中水分的测定

GB/T 6437 饲料中总磷的测定 分光光度法

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/T 10647 饲料工业术语

GB 10648 饲料标签

GB 13078 饲料卫生标准

GB/T 14699.1 饲料 采样

GB/T 18246 饲料中氨基酸的测定

GB/T 18823 饲料检测结果判定的允许误差

GB/T 18868 饲料中水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、赖氨酸、蛋氨酸快速测定 近红外光谱法

GB/T 19164—2021 饲料原料 鱼粉

GB/T 23884 动物源性饲料中生物胺的测定 高效液相色谱法

SC/T 1074—2022 团头鲂配合饲料

NY/T 4128—2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范

3.2 公益性行业（农业）科研专项《水产养殖动物营养需求与高效配合饲料开发（201003020）》、国家重点研发计划《水产动物精准营养及其代谢调控机制（2018YFD0900400）》、国家重点研发计划《水产养殖动物新型蛋白源开发与高效饲料研制（2019YFD0900200）》、《国家海水鱼产业技术体系（CARS-47）》科研项目对石斑鱼营养需求的研究成果。

3.3 国内外学术刊物发表的石斑鱼营养需求与饲料研发的相关论文。

3.4 饲料行业国家标准以及强制性行业标准。

3.5 国内外市面上有代表性的石斑鱼配合饲料样品的检测结果。

四、标准制定的主要内容与其论据

本标准适用于石斑鱼配合饲料。主要内容包括：术语和定义、产品分类、技术要求、取样、试验方法、检验规则及标签、包装、运输、贮存和保质期。

在尊重原标准 GB/T 22919.6 - 2008《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》的基础上，根据近年来水产饲料技术的不断进步及石斑鱼营养参数的完善，广泛调研石斑鱼养殖及饲料生产企业，实地了解石斑鱼配合饲料的原料、加工工艺及质量保证等，并汲取行业专家意见及石斑鱼配合饲料生产企业技术专家意见的基础上增加或修改了术语和定义、产品分类、外观与性状、加工质量指标、理化指标以及完善了试验方法、型式检验和包装、运输、贮存与保质期。具体修改意见如下：

1 石斑鱼中文、英文、拉丁文和术语

1.1 中文名称

石斑鱼广泛分布于大西洋、印度洋和太平洋的热带和亚热带海域。中国沿海分布的石斑鱼类有 11 个属 65 种，主要分布于东海、台湾海峡和南海。一直以来，我国称之为“石斑鱼”，所以本文件中使用的石斑鱼中文名。

1.2 英文和拉丁文（斜体）名称

在分类学上，石斑鱼属于石斑鱼亚科（*Epinephelinae*）鱼类的总称，隶属于硬骨鱼纲（*Osteichthyes*）、辐鳍亚纲（*Neopterygii*）、棘鳍总目（*Acanthopterygii*）、鲈形目（*Perciformes*）、鲈亚目（*Percoidei*）、鲈科（*Serranidae*）。其中，常见养殖种类有斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）、点带石斑鱼（*Epinephelus malabaricus*）、鞍带石斑鱼（*Epinephelus lanceolatus*）、赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*）、棕点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）、褐点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）、青石斑鱼（*Epinephelus awoara*）、云纹石斑鱼（*Epinephelus moara*）、虎龙杂交斑（*Epinephelus fuscoguttatus*♀×*E. lanceolatus*♂）和云龙石斑鱼（*Epinephelus moara*♀×*E. lanceolatus*♂）等。

由于石斑鱼是多种石斑鱼亚科鱼类的总称，无法采用统一的拉丁文（斜体）予以概括。因此，本文件中使用的石斑鱼的英文名称为：groupers；不再使用原标准中拉丁文名称“*Epinephelus sp.*”。

1.3 石斑鱼术语

鉴于上述石斑鱼种类较多的情况，为便于本文件的使用，本文件给出石斑鱼术语。

石斑鱼

石斑鱼是石斑鱼亚科（*Epinephelinae*）鱼类的总称，隶属于硬骨鱼纲（*Osteichthyes*）、辐鳍亚纲（*Neopterygii*）、棘鳍总目（*Acanthopterygii*）、鲈形目（*Perciformes*）、鲈亚目（*Percoidei*）、鲈科（*Serranidae*）。其中，常见养殖种类有斜带石斑鱼（*Epinephelus coioides*）、点带石斑鱼（*Epinephelus malabaricus*）、鞍带石斑鱼（*Epinephelus lanceolatus*）、赤点石斑鱼（*Epinephelus akaara*）、棕点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）、褐点石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*）、青石斑鱼（*Epinephelus awoara*）、云纹石斑鱼（*Epinephelus moara*）、虎龙杂交斑（*Epinephelus fuscoguttatus*♀×*E.lanceolatus*♂）和云龙石斑鱼（*Epinephelus moara*♀×*E.lanceolatus*♂）等。

2 对标准文本中产品分类的修订：

原标准对产品分类的规定	草案对产品分类的规定
本标准根据石斑鱼不同生长阶段的体重大小，将石斑鱼饲料产品分成稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料4种，产品规格应符合石斑鱼不同生长阶段的食性要求。	产品按石斑鱼的生长阶段分为稚鱼配合饲料、幼鱼配合饲料、中鱼配合饲料和成鱼配合饲料。产品分类与饲喂阶段如下。 稚鱼配合饲料：指喂养体重小于5g的石斑鱼的配合饲料。 幼鱼配合饲料：指喂养体重5g~<50g的石斑鱼的配合饲料。 中鱼配合饲料：指喂养体重50g~<300g的石斑鱼的配合饲料。 成鱼配合饲料：指喂养体重300g以上的石斑鱼的配合饲料。

修改原因：

石斑鱼是凶猛肉食性鱼类，从开口仔鱼到成鱼终生以动物性饵料为食。仔鱼开口后以双壳类的受精卵、担轮幼虫和面盘幼虫为食，以后转以轮虫、枝角类、桡足类、糠虾为食，幼鱼期以后以鱼、虾、头足类为食。石斑鱼生长较快，但随种类不同，生长速度差异很大。石斑鱼可分为大型鱼和小型鱼，其中赤点石斑鱼、青石斑鱼和鲑点石斑

鱼为小型鱼；点带石斑鱼、云纹石斑鱼、巨石斑鱼和鞍带石斑鱼等属大型鱼，其体形大，生长速度也快。当前，石斑鱼养殖主要以池塘养殖为主，网箱养殖相对偏少。实际生产中，池塘养殖一般放养 5~8 公分（5 克左右）鱼苗作为鱼种，养殖到 50 克左右需分池以降低养殖密度，至 300 克左右赤点石斑鱼雌性初次性成熟。因此，石斑鱼稚鱼、幼鱼、中鱼和成鱼按体重划分分别为：<5g，5g~<50g；50g~<300g；≥300g/尾。

(1)稚鱼配合饲料

是指石斑鱼孵化后开始摄食起，投喂饲料养殖到鱼苗出售的生长阶段，对应的饲料为稚鱼配合饲料。该阶段鱼苗消化道和器官组织还在发育、生长过程中；在生产实际中，鱼苗体重<5g/尾，该时期的时间较短。

稚鱼配合饲料的质量特征：①该阶段摄食碎粒饲料或小粒径膨化颗粒饲料，饲料加工质量仅作混合均匀度的要求；②鱼体尚处于发育时期，前期以生物饵料为主，逐渐过渡到摄食配合饲料；③营养需要方面，粗蛋白质需要量较高，但对淀粉的利用能力较低；④配合饲料中鱼粉使用量较高，总磷含量相对较高，组胺、丙二醛（以粗脂肪计）含量也相对较高。

(2)幼鱼配合饲料

幼鱼指将全长 50mm（约 5g）的稚鱼培育至体重 50 g 以上鱼种的过程。由于石斑鱼有残食同类现象，尤其是在全长 5~6 cm 阶段更为激烈。因此，在鱼种放养之前，必须对鱼种进行选别，按个体大小分开进行培育，以免因鱼种规格大小悬殊而造成互残损失。在生产实际中，幼鱼体重 5 g~<50 g/尾，该时期的时间较短。

幼鱼期配合饲料的质量特征：①该阶段鱼体摄食配合饲料，生长速度快；②营养需要方面，粗蛋白质需要量较高，对淀粉的利用能力较低；③配合饲料中鱼粉使用量较高，总磷含量相对较高，组胺、丙二醛（以粗脂肪计）含量相对较高。

(3)中鱼配合饲料

中鱼以池塘养殖或网箱养殖为主，少量室内工厂化养殖；养殖生产中，鱼种养殖到这个阶段需要分池饲养以降低养殖密度，并可以作为鱼种转入到成鱼养殖生产过程；一般从鱼种养成成鱼，要经3次或4次分箱。石斑鱼中鱼可摄食大颗粒饲料，体重50 g~<300 g/尾。

中鱼配合饲料的质量特征：①鱼体处于快速生长阶段，采食速度快、生理代谢旺盛、生长速度快；②营养需要方面，粗蛋白质需要量下降，脂肪需要量提高，对淀粉的利用能力提高；③随着鱼体消化功能的提高，成鱼配合饲料中植物饲料原料比例提高，总磷含量适当降低，故需降低配合饲料中总磷含量以符合养殖水体环保要求。

(4)成鱼配合饲料

石斑鱼是雌雄同体、雌性先熟的鱼类，生活史中要经历性逆转过程。在生殖腺发育中，卵巢部分先发育成熟为雌性，继而为卵巢和精巢共存的雌雄同体鱼，最后精巢得到发育，再转变为雄性，即所谓“性逆转”。福建沿海的赤点石斑鱼雌性初次性成熟年龄多数为3龄（体长为231~295 mm，体重为245~685 g）；雌性转变为雄性的性转变年龄多数（雄鱼占57.5%）为6龄鱼（体长为340~400 mm，体重为960~1700 g）。在养殖条件下，平均全长为289 mm、体重为380 g的3龄鱼，也可发生性转化。

石斑鱼可分为大型鱼和小型鱼，其中赤点石斑鱼、青石斑鱼和鲑

点石斑鱼为小型鱼。青石斑鱼 1 龄体长约为 200 mm，体重为 200~300 g，平均为 220 g；2 龄鱼体长为 245 mm，体重 350~600 g，平均为 380 g；3 龄鱼体长约为 300 mm，体重为 500~900 g，平均为 680 g。鲑点石斑鱼 1 龄体长平均为 141 mm，体重为 250~300 g；2 龄鱼体长为 200 mm，体重为 500~600 g；3 龄鱼体长为 251 mm，体重为 800~900 g。点带石斑鱼、云纹石斑鱼、巨石斑鱼和鞍带石斑鱼等属大型鱼，其体形大，生长速度也快，如巨石斑鱼，最大体长可达 2~3 m、体重达 200~400 kg；体重 100 g 的鱼种，经养殖 6 个月，体重可达 800 g。鞍带石斑鱼是目前养殖的石斑鱼类中生长速度最快者，1 周龄鱼体重可长至 1.5~3 kg，养殖 2 年体重可达 5~6 kg。因此，本文件中的石斑鱼成鱼在生物学上为小型石斑鱼雌鱼初次性成熟阶段。该阶段鱼体重量 ≥ 300 g/尾。

成鱼配合饲料的质量特征：①鱼体仍处于快速生长期，采食速度快、生理代谢旺盛、生长速度快；②营养需要方面，粗蛋白质需要量下降，脂肪需要量提高，对淀粉的利用能力提高；③随着鱼体消化功能的提高，成鱼配合饲料中植物饲料原料比例提高，总磷含量适当降低，以符合养殖水体环保要求。

依据石斑鱼体重作为阶段划分的依据，其饲料产品分类见下表。

产品类别	稚鱼配合饲料	幼鱼配合饲料	中鱼配合饲料	成鱼配合饲料
饲喂阶段（适用喂养对象的体重，g/尾）	<5	5~<50	50~<300	≥ 300

3 标准文本中对要求的修订

原标准对要求的规定	草案对要求的规定
原料与添加剂要求、感官要求 加工质量指标：混合均匀度、水中稳定性、颗粒粉化率	外观与性状 加工质量指标：混合均匀度、水分、含粉率、水中稳定性（溶失率）

营养成分指标：粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、水分、粗灰分、钙、总磷、赖氨酸。 卫生指标	营养成分指标：粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、粗纤维、总磷、赖氨酸、赖氨酸/实测蛋白质、组胺、丙二醛； 安全卫生指标
--	--

修改原因：

参照石斑鱼营养需求的研究数据、结合石斑鱼的生产实践以及对国内市场上同类产品的检测数据，同时借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家标准，修订了外观与性状指标，删除了原料与添加剂要求，对原标准的加工质量指标和理化指标进行了修订，具体如下：

分类	技术指标	原因
保留项目	混合均匀度、水中稳定性、水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、总磷、赖氨酸，安全卫生指标。	合理、适用
新增加项目	赖氨酸/粗蛋白质	按照目前对标准制定中配合饲料的粗蛋白含量用上下限控制，在此条件下，若仅规定赖氨酸的下限，就很可能出现高蛋白而赖氨酸不足的饲料，不符合石斑鱼的生长需求。
	组胺	组胺既是蛋白质新鲜度指标，也是蛋白质腐败产生有毒有害物质的限量指标。石斑鱼配合饲料中粗蛋白质要求高，增加组胺指标可客观评价石斑鱼配合饲料新鲜度和安全性，更具有指导意义。
	丙二醛	丙二醛既是油脂酸败有害物质，也是饲料安全性核心指标。石斑鱼配合饲料中粗脂肪要求较高，易氧化酸败产生丙二醛，从而影响饲料产品品质和养殖效率。增加丙二醛指标可有效评价石斑鱼配合饲料新鲜度和安全性，更具有指导意义。
修改项目	感官要求变更为外观与性状	感官指标是对饲料原料或者成品的色泽、气味、外观性状等所作的规定。本标准参考 NY/T 4128—2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范，规定“产品为碎粒饲料或大小均一、形状规则的膨化颗粒饲料；色泽一致，无腐败味、酸败味、霉变味、焦糊味等异味。”

分类	技术指标	原因
	粉化率变更为含粉率	饲料含粉率指单位重量的颗粒/破碎料，经过一定目数的标准筛后，筛下物占样品重量的百分比；粉化率是指单位重量的颗粒或破碎料放在一种设备内，然后启动设备，一段时间后取出样品过筛，计算筛下物占样品重量的百分比。实际生产上含粉率比粉化率更具有指导意义，故变更为饲料含粉率。
	安全卫生指标参考标准变更为国家饲料卫生标准	原标准安全卫生指标参考的是行标 NY 5072，借鉴现行的鱼类配合饲料的相关国家/行业标准，安全卫生指标均按照现行 GB 13078 饲料卫生标准规定执行。
删除项目	原料与添加剂要求	按《饲料和饲料添加剂管理条例》和《饲料质量安全管理规范》有关规定，饲料生产企业使用限制使用的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料生产饲料的，应当遵守国务院农业行政主管部门的限制性规定。禁止使用国务院农业行政主管部门公布的饲料原料目录和饲料添加剂品种目录以外的任何物质生产饲料；不符合有关规定和不符合企业原料验收标准的原料不得使用，所以删除对原料的要求。
	钙	养殖水体中富含钙，水产养殖动物可从水体中获取足够钙以满足其自身营养需要，无须从饲料中补充。
	净含量	按照 GB 10648 饲料标签，标准规定了净含量要求，无须重复限定。

4 对标准文本中技术指标值的修订

4.1 加工质量指标

饲料加工质量指标，是影响配合饲料质量的重要指标。在原标准 GB/T 22919.6 - 2008 基础上，以及查询其他同类标准如“GB/T 36862 - 2018 青鱼配合饲料”、“SC/T 1074-2022 团头鲂配合饲料”和 NY/T 4128-2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范等相应指标和试验方法后，本标准规定加工质量指标包括：外观与性状、混合均匀度（变异系数 CV）、含粉率、水中稳定性（溶失率）、水分含量，它们的试验方法均采用引用标准。其中，外观与性状在原标准基础上稍做了一

些文字描述性修改 GB/T 22919—2008《水产配合饲料 第6部分：石斑鱼配合饲料》；混合均匀度（GB/T 5918）和水分含量（GB/T 6435）采用国家标准；含粉率和水中稳定性（溶失率）采用农业行业标准（NY/T 4128 - 2022）。本标准变更“颗粒粉化率”为“饲料含粉率”，对“水分含量”指标进行了修订；具体见表2。

感官指标-外观与性状，是对饲料产品的色泽、气味、外观性状等所作的规定。本标准参考“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”，规定“产品为碎粒饲料或大小均一、形状规则的膨化颗粒饲料；色泽一致，无腐败味、酸败味、霉变味、焦糊味等异味。”

目前，石斑鱼配合饲料主要以膨化颗粒饲料形态为主，少量碎粒饲料。因此，根据石斑鱼的摄食习性及其养殖实践中使用的石斑鱼配合饲料产品加工情况，本标准中列出了稚鱼、幼鱼、中鱼和成鱼四个阶段配合饲料的饲料形态。结合“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”的相关要求和样品实测值，将石斑鱼配合饲料的加工质量指标进行如下设定：

表 2 石斑鱼配合饲料加工质量指标设定

项目	指标	原标准				修订标准				
		稚鱼配合饲料	幼鱼配合饲料	中鱼配合饲料	成鱼配合饲料	稚鱼配合饲料	幼鱼配合饲料	中鱼配合饲料	成鱼配合饲料	
新增加的指标值	形态	无要求				碎粒饲料	膨化颗粒饲料			
	含粉率/%	无要求				-	≤0.5			
修改的指标值	粉化率/%	≤1.0				-				
	混合均匀度 (变异系数/%)	≤7.0				≤7.0				
	水分/%	≤12.0				≤11.0				
	水中稳定性 (溶失率/%)	≤10.0				-	≤10.0			

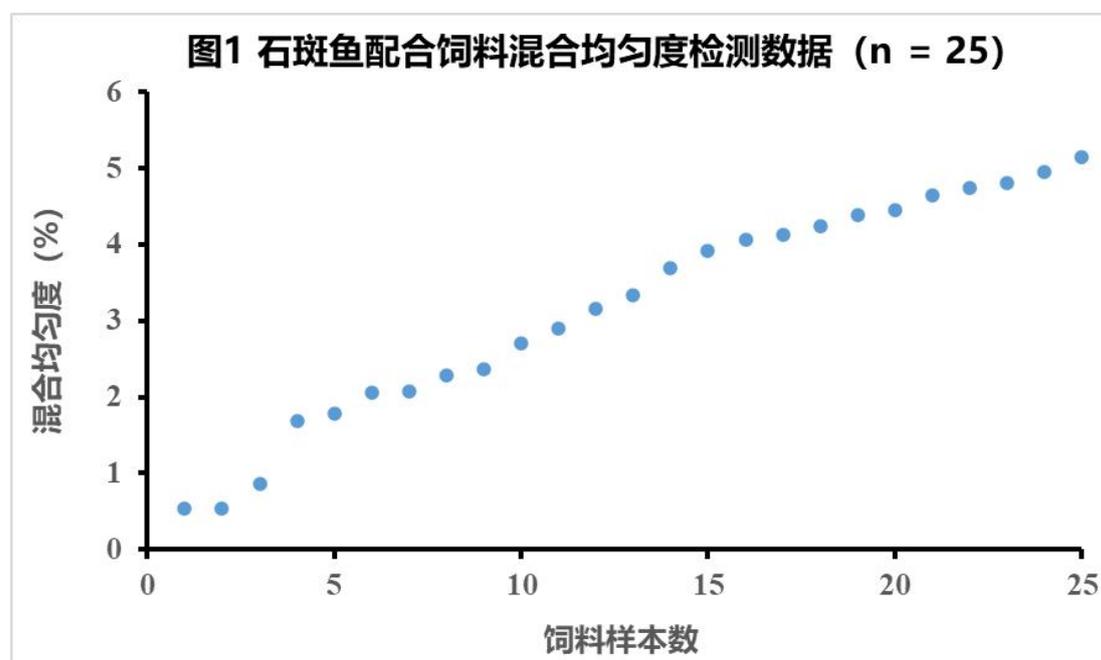
注：- 表示不要求。

4.2 石斑鱼配合饲料产品加工质量指标实测值达标情况分析

4.2.1 混合均匀度（变异系数，CV）

混合均匀度是指饲料产品中各组分分布的均匀程度，通常用变异系数（CV）表示。成品饲料混合均匀与否，直接关系到产品质量，影响动物能不能从饲料中获得充足、全面的营养。若饲料混合均匀度差，必将使动物出现某些营养成分过剩，而另一些营养成分不足的现象，特别是微量营养成分的差异就更加明显，势必影响养殖效果，甚至造成养殖事故（如中毒等）。本标准采纳“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中规定的水产饲料混合均匀度（变异系数） $\leq 7.0\%$ ，确定石斑鱼配合饲料混合均匀度 $\leq 7.0\%$ 。

标准编制小组搜集到 25 个不同阶段海水鱼膨化配合饲料样品，均是市场上常见的石斑鱼专用及可饲喂石斑鱼的饲料，其混合均匀度结果见图 1。



如图所示，不同阶段石斑鱼配合饲料混合均匀度均 $\leq 7\%$ ，平均值是 3.18%，这主要与饲料公司加工工艺稳定性有关。

表 3 石斑鱼配合饲料混合均匀度分析结果

条件	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
≤3.0	11	44.00
≤3.5	13	52.00
≤4.0	15	60.00
≤4.5	20	80.00
≤5.0	24	96.00
≤5.5	25	100.00
≤6.0	25	100.00
≤7.0	25	100.00
样本总数	25	
范围, %	0.53~5.15	
平均值, %	3.18	
标准值, %	≤7.0	
达标率, %	100	

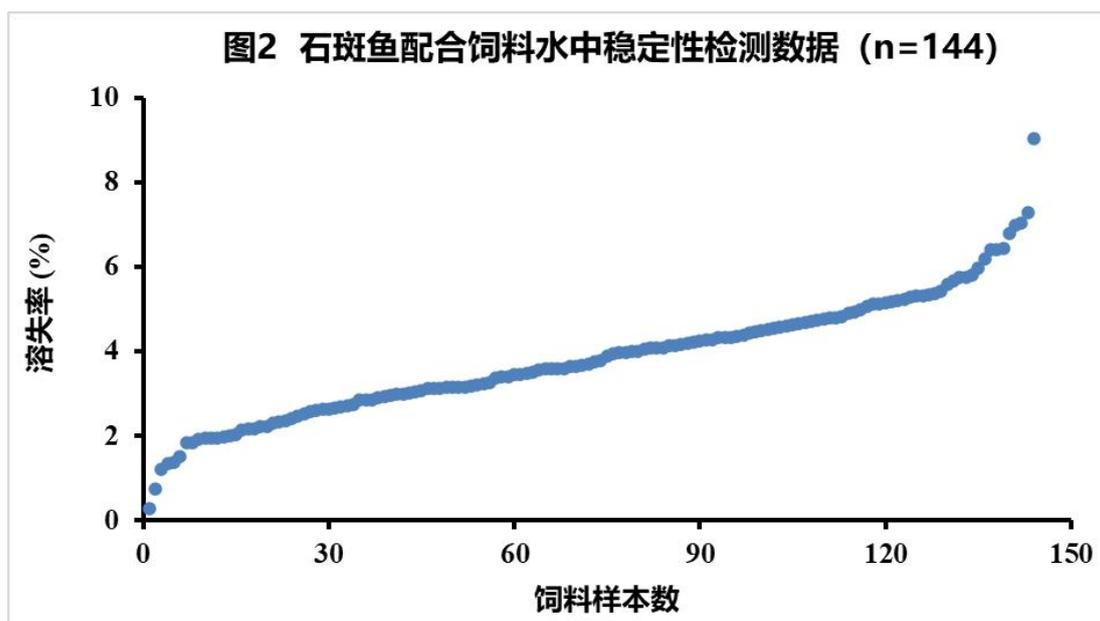
将石斑鱼配合饲料混合均匀度进行统计和分析, 结果见表 3。根据目前大部分饲料企业的生产实践经验和实际检测结果, 本标准规定石斑鱼配合饲料混合均匀度为≤7%, 则如表 3 所示 100%的样本达标。

4.2.2 水中稳定性

水中稳定性(溶失率)是评价饲料加工品质的一个重要指标, 是指在特定测试条件下, 饲料在水中抗溶失的能力, 这是水产饲料特有的指标。如果饲料水中稳定性差, 投入水中后容易散失, 不仅浪费饲料, 而且容易造成水质恶化, 危及鱼类健康并污染养殖水体。饲料水中稳定性的界定, 参考 NY/T 4128 - 2022《渔用膨化颗粒饲料通用技术规范》中水中稳定性要求, 按 NY/T 4128 - 2022 中附录 C 溶失率的测定方法测定。

统计了 144 个石斑鱼膨化配合饲料溶失率, 见图 2。膨化配合饲料溶失率范围为 0.29%~9.04%, 这主要因饲料的配方结构以及加工

工艺有关。



将石斑鱼膨化配合饲料的溶失率分别进行分段统计和分析，结果见表 4。在“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中，对渔用膨化颗粒饲料“水中稳定性（溶失率）”确定为“鱼类饲料 \leq 10%（浸泡时间 20min）、其他渔用饲料 \leq 10%（浸泡时间 30min）”。结合“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”和实际检测结果，本标准规定石斑鱼膨化饲料（水中浸泡 20min）溶失率“ \leq 10%”，则如表 4 所示 100%的样本达标。

表 4 石斑鱼配合饲料水中稳定性分段分析结果

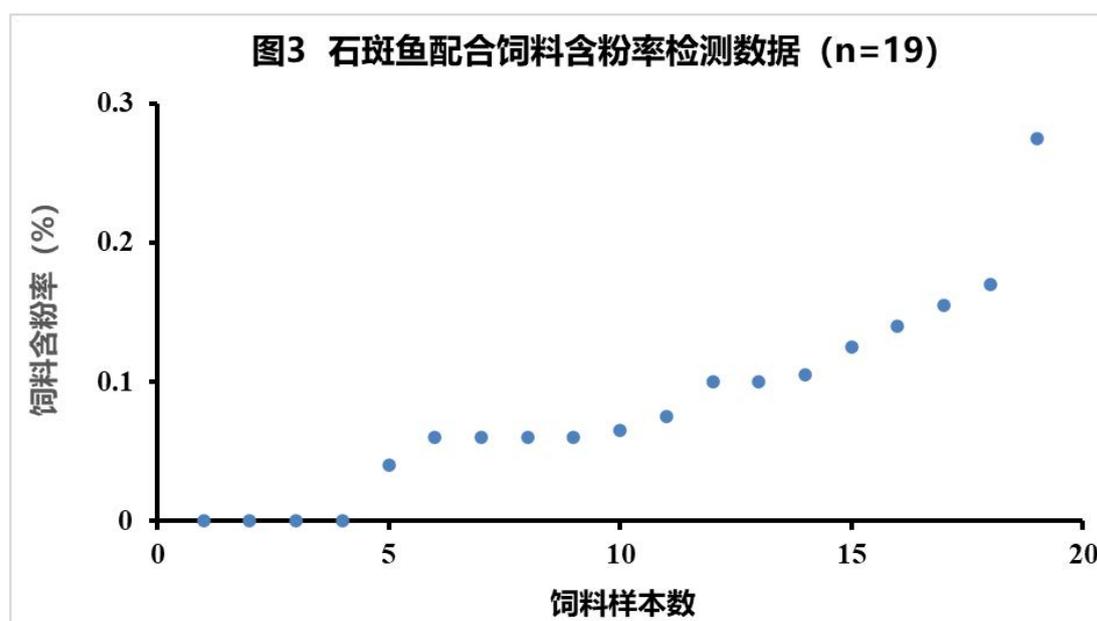
条件	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例 (%)
≤ 1	2	1.39
≤ 2	13	9.03
≤ 3	42	29.17
≤ 4	79	54.86
≤ 5	116	80.56
≤ 6	135	93.75
≤ 7	141	97.92
≤ 8	143	99.31

≤9	143	99.31
≤10	144	100.00
样本总数	144	
范围, %	0.29~9.04	
平均值, %	3.83	
标准值, %	≤10	
达标率, %	100	

4.2.3 饲料含粉率

饲料含粉率是生产过程中水产颗粒饲料内未被除去及颗粒分级后又产生的粉末量，是评价饲料加工品质的一个重要指标。粉末部分无法被鱼摄食，不仅造成饲料浪费，而且增加水体的污染，因此在饲料投喂前，饲料的含粉率越小越好。水产膨化配合饲料经过高温、高压和高蒸汽的调制和制粒过程，淀粉的糊化度好，因而水产膨化配合饲料的含粉率较低。饲料含粉率的界定及其测定方法均参照“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”。

标准编制小组统计了 19 个石斑鱼膨化配合饲料的含粉率，见图 3。含粉率的范围为 0%~0.28%，平均值 0.08%。



在“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中对

渔用膨化颗粒饲料“含粉率”的确定为“膨化颗粒饲料的含粉率应不大于0.5%”。结合“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”和实际检测结果,本标准规定石斑鱼膨化饲料含粉率“ $\leq 0.5\%$ ”,则如表 5 所示 100%的样本达标。

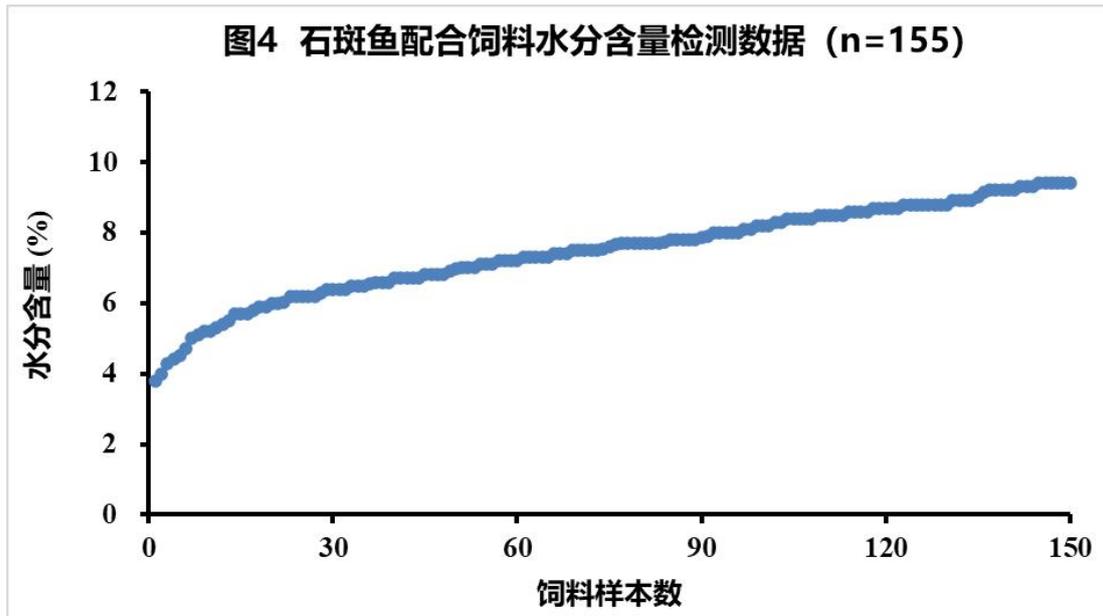
表 5 石斑鱼配合饲料含粉率分段分析结果

条件%	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
≤ 0.1	13	68.42
≤ 0.2	18	94.74
≤ 0.3	19	100
≤ 0.4	19	100
≤ 0.5	19	100
样本总数	19	
范围, %	0~0.28	
平均值, %	0.08	
标准值, %	≤ 0.5	
达标率, %	100	

4.2.4 水分

饲料水分含量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。然而,水分含量过高易引起饲料霉变,不易保存。因此,本标准将水分列为加工质量指标。

标准编制小组统计分析了不同生长阶段石斑鱼配合饲料 155 个样本水分数据,水分含量分布见图 4。从图 4 可知,石斑鱼膨化配合饲料的水分含量在 3.8%~10.9%,平均值在 7.55%。



在“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中对渔用膨化颗粒饲料水分的确定为“膨化颗粒饲料的水分含量应不大于11.0%”。结合样品分析结果和企业提供检测数据，综合上述分析结果，同时也参考已经发布的同类标准，本标准初稿将石斑鱼各阶段膨化配合饲料水分含量确定为 $\leq 11.0\%$ ，经统计，所搜集的样本中有100%的样本满足此条件。

表 6 石斑鱼配合饲料水分分段统计结果

条件	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例
$\leq 7\%$	53	34.19
$\leq 8\%$	96	61.94
$\leq 9\%$	135	87.10
$\leq 10\%$	152	98.06
$\leq 11\%$	155	100.00
样本总数	155	
范围, %	3.8~10.9	
平均, %	7.55	
标准值, %	$\leq 11.0\%$	
达标率, %	100	

4.3 主要理化指标

参照近年来石斑鱼营养需求的研究数据、结合石斑鱼的生产实践以及对国内市场上同类产品的检测数据，同时借鉴现行的其他海水鱼配合饲料的相关国家标准，修订了石斑鱼配合饲料的主要理化指标，具体见表 7:

表 7 理化指标的设定

项目	指标	原标准				修订标准			
		稚鱼 配合饲料	幼鱼 配合饲料	中鱼 配合饲料	成鱼 配合饲料	稚鱼 配合饲料	幼鱼 配合饲料	中鱼 配合饲料	成鱼 配合饲料
新增加的指标值	赖氨酸/粗蛋白质/%	无要求				≥6.0	≥5.5	≥5.0	
	组胺/(mg/kg)	无要求				≤500			
	丙二醛(以饲料所含粗脂肪为基础计)/(mg/kg)	无要求				≤9.0			
修改的指标值	粗蛋白质, %	≥45.0	≥43.0	≥40.0	≥38.0	45.0~58.0	43.0~54.0	40.0~53.0	38.0~52.0
	粗脂肪, %	≥6.0				≥8.0	≥10.0		
	粗灰分, %	≤16.0				≤17.0	≤16.0		
	粗纤维, %	≤5.0				≤3.0		≤4.0	
	钙, %	≤3.5				无要求			
	总磷, %	1.0~1.6				1.2~2.3		1.0~2.1	
	赖氨酸, %	≥2.5	≥2.3	≥2.1	≥1.9	≥3.0	≥2.8	≥2.6	≥2.4

4.4 石斑鱼配合饲料产品理化指标实测值达标情况分析

4.4.1 蛋白质

配合饲料为养殖鱼类提供了生长和健康所需的物质和能量。蛋白质是保障水产养殖动物生命活动最重要的营养素之一，也是鱼虾体组成的主要有机物质，占总干重的 65%~75%。同样，蛋白质是维持石斑鱼正常生长、繁殖及其他生命活动所必需的营养素，也是重要的氨基酸供给源，还作为酶和激素起着重要作用，在石斑鱼营养上具有非常重要的作用和特殊地位，是其它营养素所无法替代的，必须由饲料供给。如果配合饲料中所含蛋白质不足，就会导致石斑鱼生长停滞和健康受损。目前，不同研究者得到的石斑鱼蛋白质需要量有一定差异（40%~55%），差异主要受石斑鱼种类、同一种类不同生长阶段、养殖模式、蛋白源种类和饲料组成等因素的影响（见表 8）。例如，以鱼粉和酪蛋白为蛋白源时，初重 24.68 g 点带石斑鱼 (*Epinephelus malabaricus*) 蛋白质需要量为 47% (林建斌等, 2008)，初重 10.7 g 斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*) 蛋白质需要量为 48% (Luo 等, 2004)，初重 7.88 g 赤点石斑鱼 (*Epinephelus akaara*) 蛋白质需要量为 50.8% (Wang 等, 2016)，初重 6.0 g 云纹石斑鱼 (*Epinephelus moara*) 蛋白质需要量为 54.61%~56.22% (Su 等, 2019; 苏焕, 2020)。此外，三个不同生长阶段斜带石斑鱼 (5~10g、80~120g、250~300g) 蛋白质需要量分别为 51.10%、47.40%和 45.28% (杨俊江, 2013)；珍珠龙胆石斑鱼 (*Epinephelus lanceolatus* × *E. fuscoguttatus*) 中鱼 (83.9g) 和成鱼 (341.3g) 蛋白质需要量分别为 43.4%、40.9% (赵书燕等, 2017)。总体上，经济有效石斑鱼配合饲料中粗蛋白质含量为 40%~55% (Boonyarutpalin, 1997)。

表 8 石斑鱼粗蛋白质需要量

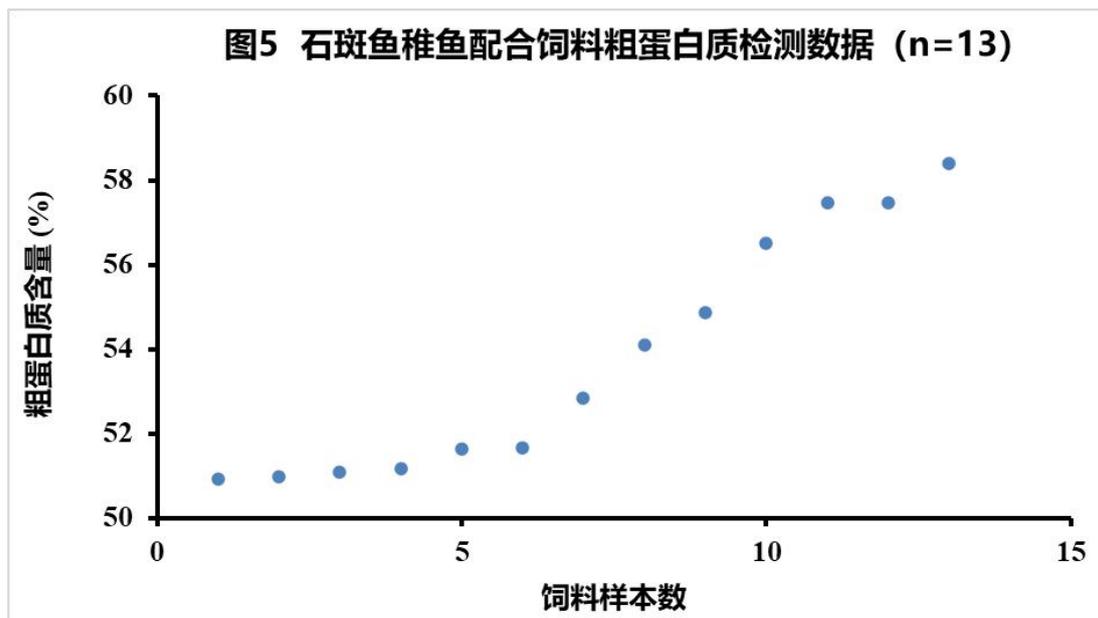
石斑鱼种类	初重	需求量	评测指标	养殖周期	养殖环境	蛋白源及投喂情况	文献来源
青铜石斑鱼 (<i>Epinephelus aeneus</i>)	13.1g, 91.2g, 20g	40–45%	可消化蛋白质 需求量	81d, 73d, 67d	网箱养殖, 水温 22–27°C	鱼粉/豆粕; 饱食投 喂每天 1 或 2 次	Lupatsch & Lissil, 2005
斜带石斑鱼 (<i>Epinephelus coioides</i>)	6.72 g	45–52%	增重率、特定 生长率	56d	室内循环系统; 水温 27.5 –31.8°C, 盐度 28–32‰	鱼粉/酪蛋白; 饱食 投喂每天 2 次	李建, 2014
	6.75 g	45%	增重率	56d	室内循环系统; 水温 27.5– 31.8°C, 盐度 28–32‰	鱼粉/酪蛋白; 饱食 投喂每日 2 次	黄岩等, 2017
	10 g	51.10%	特定生长率	8w	室内循环系统; 水温 28.5– 31.5°C, 盐度 26–30‰	白鱼粉/酪蛋白 饱食投喂每天 2 次	杨俊江, 2013
	10.7 ± 0.2 g	48%	特定生长率	56d	网箱养殖	鱼粉/酪蛋白; 饱食 投喂每天 1 次	Luo 等, 2004
	102.8 g	47.40%	特定生长率	10w	室内循环系统; 水温 28.5– 31.5°C, 盐度 26–30‰	白鱼粉/酪蛋白 饱食投喂每天 2 次	杨俊江, 2013
	275.1 g	45.28%	特定生长率	10w	网箱养殖; 水温 27– 29.5°C, 盐度 22–26‰	白鱼粉/酪蛋白 饱食投喂每天 2 次	杨俊江, 2013
珍珠龙胆石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i> × <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	2.55 ± 0.10 g	50%	特定生长率, 增重率	8w	室内循环系统; 温度 30.5±0.7°C, pH 7.9±0.1	秘鲁鱼粉; 饱食投 喂每天 3 次	Rahimneja 等, 2015
	4.68 ± 0.05g	45–55%	增重率	8w	室内循环水系统; 盐度 33‰, 温度 27–28°C	秘鲁鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每日 2 次	Jiang 等, 2015
	6.50 ± 0.00 g	51.57%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 28–30°C, 盐度 28–29‰	红鱼粉/酪蛋白; 饱 食投喂每天 2 次	郭鑫伟, 2019
	6.50 ± 0.00g	50%	肠道菌群、肠 道组织形态	8w	室内循环系统; 水温为 28–30°C, 盐度 27–29	红鱼粉/酪蛋白; 饱 食投喂每天 2 次	麦浩彬和郭鑫 伟, 2020
	83.93 ± 0.3 g	43.44%	增重率、特定 生长率	8w	室内循环系统; 水温 28.0 –35.0°C, 盐度 32–34‰	鱼粉/SPC/花生粕; 饱食投喂每天 2 次	赵书燕, 2017
	341.29±5.72 g	40.94%	增重率、特定 生长率	8w	室内循环系统; 水温 28.0 –35.0°C, 盐度 32–34‰	鱼粉/SPC/花生粕; 饱食投喂每天 2 次	赵书燕, 2017

云纹龙胆石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i> ♂ × <i>Epinephelus moara</i> ♀)	18.87 ± 4.30 g	40%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 23.9–25.7°C, 盐度 24 ± 1‰	鱼粉/豆粕; 饱食投喂每天 2 次	张晨捷和彭士明, 2016
	46.23 ± 0.51g	50%	增重率, 特定生长率	56d	室内循环系统; 水温 25±0.5°C, 盐度 27–29‰	鱼粉/大豆浓缩蛋白; 饱食投喂每天 2 次	公绪鹏, 2018
点带石斑鱼 (<i>Epinephelus malabaricus</i>)	3.79 ± 1.17g	42%	体增重	50d	室内循环系统; 温度 26.1–27.8°C, 盐度 32‰	酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	Chen & Tsai, 1994
	9.2 ± 0.1g	50.2%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 28 ± 1°C, 盐度 29–32‰	白鱼粉; 定量投喂每天 2 次	Shiau 等, 1996
	10.7 ± 0.1g	44–50%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 28 ± 1°C, 盐度 29–32‰	白鱼粉; 定量投喂每天 2 次	Shiau 等, 1996
	10.80±0.42g	52.1%	日增重、特定生长率、饵料系数	40d	室内循环系统; 水温 26±1°C, 盐度 25‰	鱼粉; 定量投喂每天 3 次	阮成旭等, 2007
	17 ± 1.3g	55%	特定生长率	8w	室内循环系统; 水温 29±0.7°C, 盐度 33–35‰	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	Tuan & Williams, 2007
	21–25g	48.3%	特定生长率	56d	室内循环系统; 温度 26–27°C, 盐度 25–26‰	鱼粉/豆粕; 饱食投喂每天 2 次	王庆奎等, 2010
	24.68±1.20g	47%	生长性能、饲料利用率	59d	室内循环系统; 水温 28.3°C, 溶氧 ≥ 6mg/L, pH 7.7– 8.0	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	林建斌等, 2008
青石斑鱼 (<i>Epinephelus awoara</i>)	39.33g	50.91–54.78%	增重率、蛋白质效率、饵料转化率	35d	室内循环系统; 水温 20.0–27.5°C	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	胡家财等, 1995
赤点石斑鱼 (<i>Epinephelus akaara</i>)	7.85±0.03g	48%	生长性能、蛋白质沉积	8w	网箱养殖; 盐度 25.1±0.9‰, 水温 27.5±2.3°C, pH 7.8–8.0	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	Wang 等, 2017
	7.88±0.04 g	50.45%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 27.5 ± 2.3°C, 盐度 25.1±0.9‰	白鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	姜宇栋, 2016

	126.36g	48.37–49.24%	增重率、饲料效率	60d	室内循环系统; 水温 21.8–28.8°C	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂	陈学豪等, 1995
褐点石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	8.8 ± 1.0 g	50%	特定生长率 增重率	8w	室内循环系统; 盐度 30–33‰, 水温 28.5–29.5°C	鱼粉; 饱食投喂每天 2 次	Shapawi 等, 2014
鲑形石斑鱼 (<i>Epinephelus salmonoides</i>)	65.2 ± 3.4 g	50%	增重率	12w	网箱养殖	金枪鱼肌肉; 饱食投喂	Teng 等, 1978
淡水石斑鱼 (<i>Cichlasoma managuense</i>)	45.41±1.64g	48%	增重率和特定 生长率	56d	室内循环系统; 水温 25.8–27.5°C	鱼粉/豆粕/酪蛋白; 定时投喂每天 2 次	朱泽州, 2015
鞍带石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i>)	0.72g	49%	生长性能	8w	室内养殖循环; 水温 27–28°C, 盐度 30.16–35.23	秘鲁鱼粉; 饱食投喂每日 3 次	李伟峰, 2015
美洲黑石斑鱼 (<i>Centropristis striata</i>)	60g	45.6–46.9%	生长性能和饲料 利用率	70d	室内水族箱; pH7.7–8.0, 水温 18–26°C, 盐度 21–27‰	鱼粉/酪蛋白; 3%体重投饵, 每天 2 次	邱金海, 2009
杂交石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i> ♀ × <i>Epinephelus polyphekadion</i> ♂)	7.2g	49.44%	增重率	8w	室内流水养殖	鱼粉/豆粕; 饱食投喂每天 2 次	谢瑞涛, 2021
云纹石斑鱼 (<i>Epinephelus moara</i>)	6.00±0.10g	54.6–56.2%	特定生长率, 饲料系数	8w	室内流水养殖; 盐度 25.1 ± 0.9‰, 水温 25.5 ± 1.3°C; pH 7.8~8.0	鱼粉/酪蛋白, 饱食投喂每天 2 次	苏焕, 2020
	18.87±4.30 g	45%	生长性能	8w	网箱养殖; 盐度 24± 0.9‰, 水温 23.9–25.7°C	鱼粉/豆粕; 饱食投喂每天 2 次	张晨捷等, 2016
	20.34±0.82g	45%	生长性能	8w	网箱养殖; 水温 23.9–25.7°C, 盐度 23–25‰	鱼粉/豆粕, 饱食投喂每天 2 次	Peng 等, 2017
	27.09 ± 2.07 g	40%	生长性能	9w	流水养殖; 水温 24 ± 1°C, 盐度 30‰	鱼粉/豆粕/来蛋白, 饱食投喂每天 2 次	张廷廷等, 2016
老鼠斑 <i>Cromileptes altivelis</i>	9.6–12.6 g	44%	蛋白质和脂肪 沉积率	8w	室内流水养殖; 盐度 33–35‰, 水温 29 ± 0.5°C	鱼粉/酪蛋白; 饱食投喂每天 2 次	Williams 等, 2004
	136–225 g	53%	生长性能	180d	网箱养殖	鱼粉/虾粉, 饱食投喂每天 2 次	Usman 等, 2005

(1) 稚鱼配合饲料粗蛋白质的确定

标准编制小组统计了饲料企业 13 个稚鱼配合饲料样本的粗蛋白质含量数据，粗蛋白质含量分布见图 5。粗蛋白质含量变动范围在 50.93%~58.41%，平均值为 53.78%。石斑鱼稚鱼配合饲料粗蛋白质含量按照其含量分段比例结果见表 9。



在“GB/T 22919.6 - 2008”标准中，确定石斑鱼稚鱼饲料粗蛋白质含量为“ ≥ 45.0 ”。图 5 显示石斑鱼稚鱼配合饲料粗蛋白质含量分布范围为 50.93%~58.41%。目前各大水产配合饲料生产企业对于石斑鱼配合饲料没有规定粗蛋白质含量的上限，考虑到未来环保要求，标准修订草案增加了粗蛋白质含量的上限控制。本标准拟确定石斑鱼稚鱼配合饲料的粗蛋白质含量为“45.0%~58.0%”，在本标准制定过程中，采集的数据样本有 92.31%的饲料样本满足此条件。

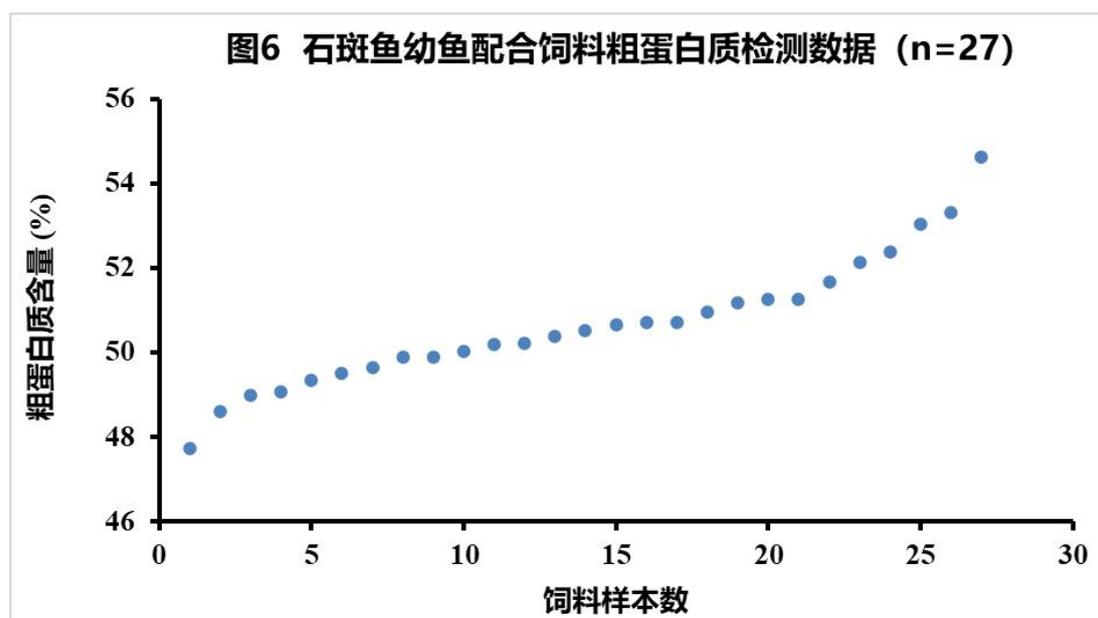
表 9 石斑鱼稚鱼配合饲料粗蛋白质含量的分段分析结果

条件 (粗蛋白质含量, %)	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
$\geq 50\%$	13	100
$\geq 51\%$	11	84.62

≥52%	7	53.85
≥53%	6	46.15
≥54%	6	46.15
≥55%	4	30.77
≥56%	4	30.77
≥57%	3	23.08
≥58%	1	7.69
≥59%	—	—
样本总数	13	
范围, %	50.93~58.41	
平均, %	53.78	
标准值, %	45.0~58.0	
达标率, %	92.31	

(2) 幼鱼配合饲料粗蛋白质的确定

标准编制小组统计了饲料企业 27 个幼鱼配合饲料样本的粗蛋白质含量数据，粗蛋白质含量分布见图 6。粗蛋白质含量变动范围在 47.73%~54.62%，平均值是 50.66%。石斑鱼幼鱼配合饲料粗蛋白质含量按照其含量分段比例结果见表 10。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的石斑鱼幼鱼饲料粗蛋白质

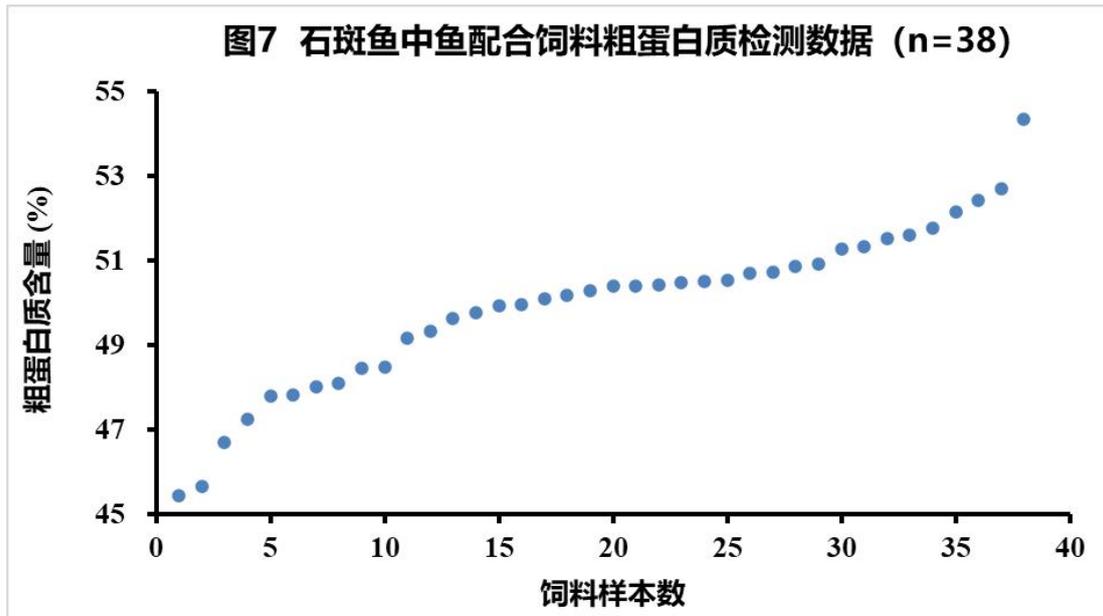
含量为“ $\geq 43\%$ ”。目前各大水产配合饲料生产企业对于石斑鱼配合饲料没有规定粗蛋白质含量的上限，考虑到“低蛋白质”水产饲料发展趋势，以及“下限”原则。本标准拟确定石斑鱼幼鱼配合饲料的粗蛋白质含量为“ $43.0\% \sim 54.0\%$ ”，在本标准制定过程中，采集的数据样本有 96.30%的饲料样本满足此条件。

表 10 石斑鱼幼鱼配合饲料粗蛋白质含量的分段分析结果

条件（粗蛋白质含量，%）	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
$\geq 47\%$	27	100
$\geq 48\%$	26	96.30
$\geq 49\%$	24	88.89
$\geq 50\%$	18	66.67
$\geq 51\%$	9	33.33
$\geq 52\%$	5	18.52
$\geq 53\%$	3	11.11
$\geq 54\%$	1	3.70
$\geq 55\%$	—	—
样本总数，%	27	
范围，%	47.73~54.62	
平均，%	50.66	
标准值，%	43.0~54.0	
达标率，%	96.30	

（3）中鱼配合饲料粗蛋白质的确定

标准编制小组统计了饲料企业 38 个中鱼配合饲料样本的粗蛋白质含量数据，粗蛋白质含量分布见图 7。粗蛋白质含量变动范围在 45.46%~54.34%，平均值是 49.93%。石斑鱼中鱼配合饲料粗蛋白质含量按照其含量分段比例结果见表 11。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的石斑鱼中鱼饲料粗蛋白质含量为“ $\geq 40\%$ ”。目前各大水产配合饲料生产企业对于石斑鱼配合饲料没有规定粗蛋白质含量的上限，考虑到“低蛋白质”水产饲料发展趋势，以及“下限”原则。本标准拟确定石斑鱼中鱼配合饲料的粗蛋白质含量为“ $40.0\% \sim 53.0\%$ ”，在本标准制定过程中，采集的数据样本有 97.37%的饲料样本满足此条件。

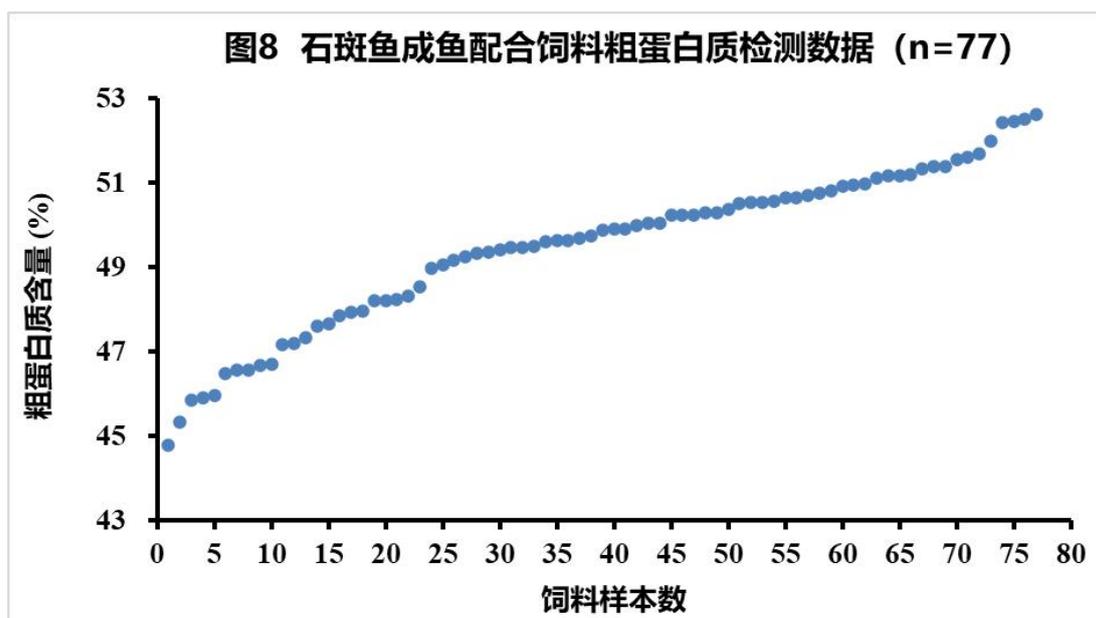
表 11 石斑鱼中鱼配合饲料粗蛋白质含量的分段分析结果

条件（粗蛋白质含量，%）	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
$\geq 45\%$	38	100
$\geq 46\%$	36	94.74
$\geq 47\%$	35	92.11
$\geq 48\%$	32	84.21
$\geq 49\%$	28	73.68
$\geq 50\%$	22	57.89
$\geq 51\%$	9	23.68
$\geq 52\%$	4	10.53
$\geq 53\%$	1	2.63
$\geq 54\%$	1	2.63
$\geq 55\%$	—	—

条件 (粗蛋白质含量, %)	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
样本总数, %	38	
范围, %	45.46~54.34	
平均, %	49.93	
标准值, %	40.0~53.0	
达标率, %	97.37	

(4) 成鱼配合饲料粗蛋白的确定

标准编制小组统计了饲料企业 77 个石斑鱼成鱼配合饲料样本的粗蛋白质含量数据，粗蛋白质含量分布见图 8。粗蛋白质含量变动范围在 44.78%~52.63%，平均值是 49.48%。石斑鱼成鱼配合饲料粗蛋白质含量按照其含量分段比例结果见表 12。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的成鱼配合饲料粗蛋白质含量为“ $\geq 38\%$ ”。目前各大水产配合饲料生产企业对于石斑鱼配合饲料没有规定粗蛋白含量的上限，考虑到“低蛋白质”水产饲料发展趋势，以及“下限”原则，本标准确定石斑鱼成鱼配合饲料的粗蛋白质含量为“**38.0%~52.0%**”，在本标准制定过程中，采集的数据样本有 94.81%的饲料样本满足此条件。

表 12 石斑鱼成鱼配合饲料粗蛋白质含量的分段分析结果

条件 (粗蛋白质含量, %)	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%
≥44%	77	100
≥45%	76	98.70
≥46%	72	93.51
≥47%	67	87.01
≥48%	59	76.62
≥49%	53	68.83
≥50%	35	45.45
≥51%	15	19.48
≥52%	4	5.19
≥53%	—	—
样本总数, %	77	
范围, %	44.78~52.63	
平均, %	49.48	
标准值, %	38.0~52.0	
达标率, %	94.81	

4.4.2 粗脂肪

脂肪是维持石斑鱼生长、发育、健康和繁殖等生命活动所必需的物质,在鱼类生命活动过程中发挥重要作用,且具有节约蛋白质的效应。但是,不同种类和同一种类不同生长阶段的石斑鱼对脂类的营养需求存在差异,不同脂肪源和饲料组成也会影响石斑鱼对脂肪的需求量(见表 13)。Luo 等(2005)根据增重率得出,斜带石斑鱼配合饲料适宜脂肪含量为 10%;杨俊江(2013)发现,斜带石斑鱼三个不同生长阶段(5~10g、80~120g、250~300g)脂肪需要量分别为 11.73%、12.57%和 14.44%;苏焕(2020)发现云纹石斑鱼幼鱼的最佳脂肪需要量为 8.89%~10.19%。总体上,斜带石斑鱼脂肪需要量 8%~14.44%;珍珠龙胆石斑鱼 7.5%~10%;点带石斑鱼 9%~12%;青石斑鱼 16.04%;赤点石斑鱼 3%~4%;褐石斑鱼 15.2%~15.4%。

表 13 石斑鱼脂肪需要量

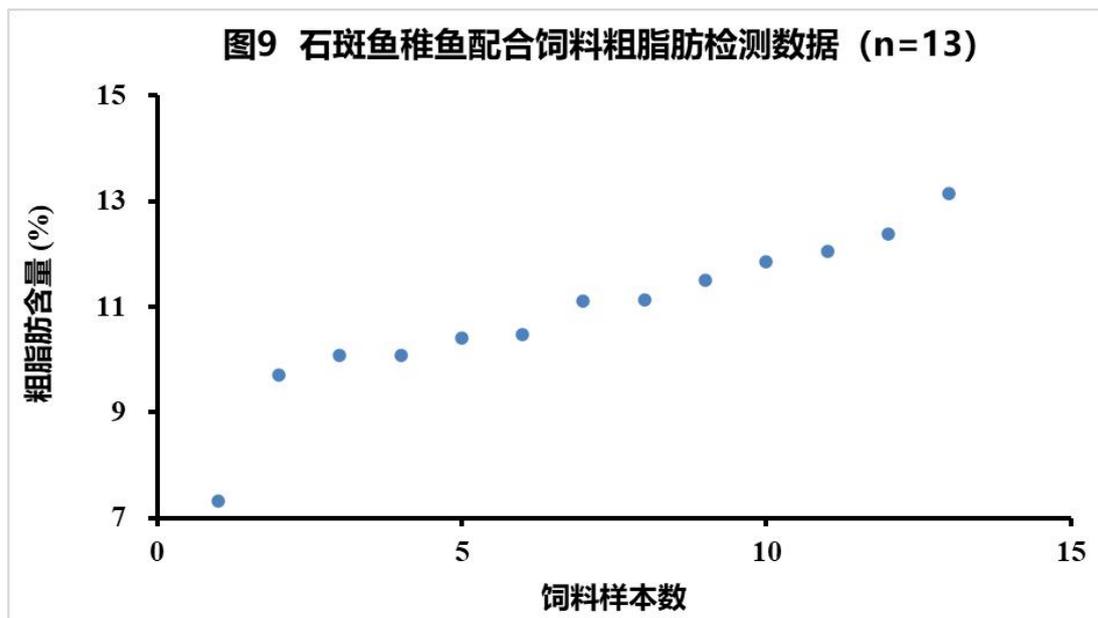
石斑鱼种类	初重	需要量	评测指标	养殖周期	养殖环境	脂肪源与投喂情况	文献来源
淡水石斑鱼 (<i>Cichlasoma managuense</i>)	45.41±1.64g	8%	增重率和特定生长率	56d	室内循环系统; 水温 25.8–27.5°C, pH 7.5–7.8	鱼油/豆油; 定时投喂每天 2 次	朱泽州, 2015
斜带石斑鱼 (<i>Epinephelus coioides</i>)	稚鱼	16%	特定生长率	4w	室内桶养殖; 水温 28–30°C, 盐度 28.5–31‰	饱食投喂每天 6 次	Li 等, 2015
	0.14g	9.5%	体增重	42d	室内循环系统; 水温 24–27°C	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Chu & Sheen, 2016
	9.1g	11.73%	特定生长率	8w	室内循环系统; 水温 28.5–31.5°C, 盐度 26–30‰	鱼油/磷脂油; 饱食投喂每天 2 次	杨俊江, 2013
	10.7 ± 0.2 g	10%	特定生长率	56d	网箱养殖; 水温 23–28°C, 盐度 18–26‰	鱼油; 饱食投喂每天 1 次	Luo 等, 2005
	102.6g	12.57%	特定生长率	10w	室内循环系统; 水温 28.5–31.5°C, 盐度 26–30‰	鱼油/磷脂油; 每天饱食投喂 2 次	杨俊江, 2013
	278.5	14.44%	特定生长率	10w	网箱养殖; 水温 27–29.5°C, 盐度 22–26‰	鱼油/磷脂油; 每天饱食投喂 2 次	杨俊江, 2013
珍珠龙胆石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i> × <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	2.55 ± 0.10 g	14%	特定生长率, 增重率	8w	室内循环系统; 温度 30.5±0.7°C, pH 7.9±0.1	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 3 次	Rahimneja 等, 2015
	4.68 ± 0.05g	7%	增重率	8w	室内循环水系统; 盐度 33‰, 温度 27–28°C	鱼油; 饱食投喂每日 2 次	Jiang 等, 2015
	10.16±0.02g	8%	生长性能	8w	网箱养殖; 水温 27–28°C, 盐度 33.1‰	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	Gao 等, 2018
	21.48±0.24g	10–13%	生长性能、饲料效率	8w	室内循环养殖; 水温 28 ± 1°C, 水溶氧 ≥ 6 mg/L	豆油; 饱食投喂每天 2 次	李自强, 2018
	21.48±0.24g	10%	生长性能、饲料效率	8w	室内循环养殖; 水温 28 ± 1°C, 盐度 33 ± 1‰	豆油; 饱食投喂每天 2 次	Li 等, 2019

云纹石斑鱼 (<i>Epinephelus moara</i>)	6.00±0.10g	8.9–10.2%	特定增长率, 饲料系数	8w	室内流水养殖; 盐度 25.1 ± 0.9‰, 水温 25.5 ± 1.3°C; pH 7.8~8.0	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	苏焕, 2020
	18.87±4.30 g	12%	生长性能	8w	网箱养殖; 盐度 24 ± 0.9‰, 水温 23.9–25.7°C; pH 7.8 ± 0.3	鱼油/大豆油; 饱食投喂每天 2 次	张晨捷等, 2016
	20.34±0.82g	12%	生长性能	8w	网箱养殖; 水温 23.9–25.7°C, 盐度 23–25‰	鱼油/豆油, 饱食投喂每天 2 次	Peng 等, 2017
	27.09±2.07g	12%	生长性能	9w	流水养殖; 水温 24 ± 1°C, 盐度 30‰	鱼油/豆油, 饱食投喂每天 2 次	张廷廷等, 2016
赤点石斑鱼 (<i>Epinephelus akaara</i>)	2.51 g	9.11%	生长性能	8w	室内循环系统; 水温 26.8 ± 2.1°C, 盐度 31‰, pH 7.5–7.8	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Jiang 等, 2015
	7.71 g	3–4%	体增重、肝脏蓄积、脂肪肝	64d	室内流水系统; 温度 15.4–24°C, 盐度 25–26‰	狭鳕肝油; 定量投喂每天 2 次	马平, 1996
	7.85±0.03 g	9%	生长性能、蛋白质沉积	8w	网箱养殖; 盐度 25.1 ± 0.9‰, 水温 27.5 ± 2.3°C; pH 7.8–8.0	鱼油/大豆油; 饱食投喂每天 2 次	Wang 等, 2017
杂交石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i> ♀ × <i>Epinephelus polyphekadion</i> ♂)	7.2g	9.91–10.28%	增重率	8w	室内流水养殖	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	谢瑞涛, 2021
	7.2g	9.7–10.3%	增重率	8w	室内流水养殖, 水温 28-30°C, 溶氧≥6mg/L	鱼油, 饱食投喂每天 2 次	Xie 等, 2021
点带石斑鱼 (<i>Epinephelus malabaricus</i>)	4.43±0.07 g	8.71%	体增重	8w	室内循环系统; 盐度 29–32‰	鱼油/玉米油; 定量投喂每天 2 次	Lin & Shiau, 2003
	10.70±0.14g	12%	增重率	8w	室内循环系统; 水温 28 ± 1°C, 盐度 29–32‰	鱼油/玉米油; 定量投喂每天 2 次	Shiau 等, 1996
	17 ± 1.3g	12%	特定增长率	8w	室内循环系统; 水温 29±0.7°C, 盐度 33–35‰	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Tuan & Williams, 2007

		9%					林鈺鴻, 2004
	21–25g	11.85%	特定生长率	56d	室内循环系统; 温度 26–27°C, 盐度 25–26‰	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	王庆奎等, 2010
老鼠斑 (<i>Cromileptes altivelis</i>)	9.6–12.6 g	15%	蛋白质和脂肪沉积率	8w	室内流水养殖; 盐度 33–35‰, 水温 29 ± 0.5°C	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Williams 等, 2004
	136–225 g	10–12%	生长性能	180d	网箱养殖	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Usman 等, 2005
褐点石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	6.38±0.06 g	15.2–15.4%	特定生长率、蛋白质效率	56d	室内流水养殖; 水温 24.4–30.5°C	鱼油; 定量投喂每天 2 次	Yoshii 等, 2010
	8.8 ± 1.0 g	8–12%	特定生长率、增重率	8w	室内循环系统; 盐度 30–33‰, 水温 28.5–29.5°C	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	Shapawi 等, 2014
鞍带石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i>)	0.09g	7.5%	体增重	42d	室内循环系统; 水温 24–27°C	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Chu & Sheen, 2016
		12%	饲料系数	8w		鱼油/豆油	Liu 等, 2014
	0.72g	15.4%	生长性能	8w	室内流水养殖; 水温 27–28°C, 盐度 30–35‰	鱼油; 饱食投喂每天 3 次	李伟峰, 2015
	17.59±0.14 g	15%	生长性能、肝功能、氧化应激	8w	室内循环系统; 盐度 30–33‰, 水温 28 ± 1°C	鱼油/豆油; 饱食投喂每天 2 次	Lin & Yeh, 2022
青石斑鱼 (<i>Epinephelus awoara</i>)	29.92±0.77g	9.5%	生长性能	42d	室内流水养殖; 水温 16–21°C, 盐度 28 ± 1‰	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	王际英等, 2010
	39.33g	9.87%	增重率、蛋白质效率、饵料转化率	35d	室内循环系统; 水温 20.0–27.5°C	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	周立红等, 1995
	39.33g	9.9%	增重率、蛋白质效率、饵料转化率	35d	室内流水养殖; 水温 20–27.5°C	鱼油; 饱食投喂	陈学豪等, 1996
拿骚石斑鱼 (<i>Epinephelus striatus</i>)	2.12g	6–9%	体增重、饲料系数	75d	室内养殖桶; 水温 25°C, 盐度 36–38‰	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	Johnson 等, 2002
	2.12g	6–9%	体增重、饲料系数	75d	室内养殖桶; 水温 25°C, 盐度 36–38‰	鱼油; 饱食投喂每天 2 次	Johnson 等, 2002

(1) 稚鱼配合饲料粗脂肪的确定

标准编制小组统计了饲料企业 13 个石斑鱼稚鱼配合饲料样本的粗脂肪含量数据，粗脂肪含量分布见图 9。从图中看出，粗脂肪含量变动范围在 7.32%~13.15%，平均值 10.87%。石斑鱼稚鱼配合饲料粗脂肪含量按照其含量分段比例结果见表 14。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的稚鱼配合饲料粗脂肪含量为“ $\geq 6.0\%$ ”。饲料脂肪与饲料蛋白质是重要的营养物质和能量物质，水产饲料发展趋势之一就是发展“低蛋白质、高脂肪饲料”，这样可尽量减少饲料对养殖水域的氮排放量。饲料中脂肪对饲料蛋白质有节约作用，适当提高饲料中的脂肪水平，可有效节约蛋白质，饲料标准制定中，饲料脂肪含量采用“下限”原则。因此，本标准中确定石斑鱼稚鱼饲料脂肪含量为“ $\geq 8.0\%$ ”，有 92.31%的饲料样本满足此条件。

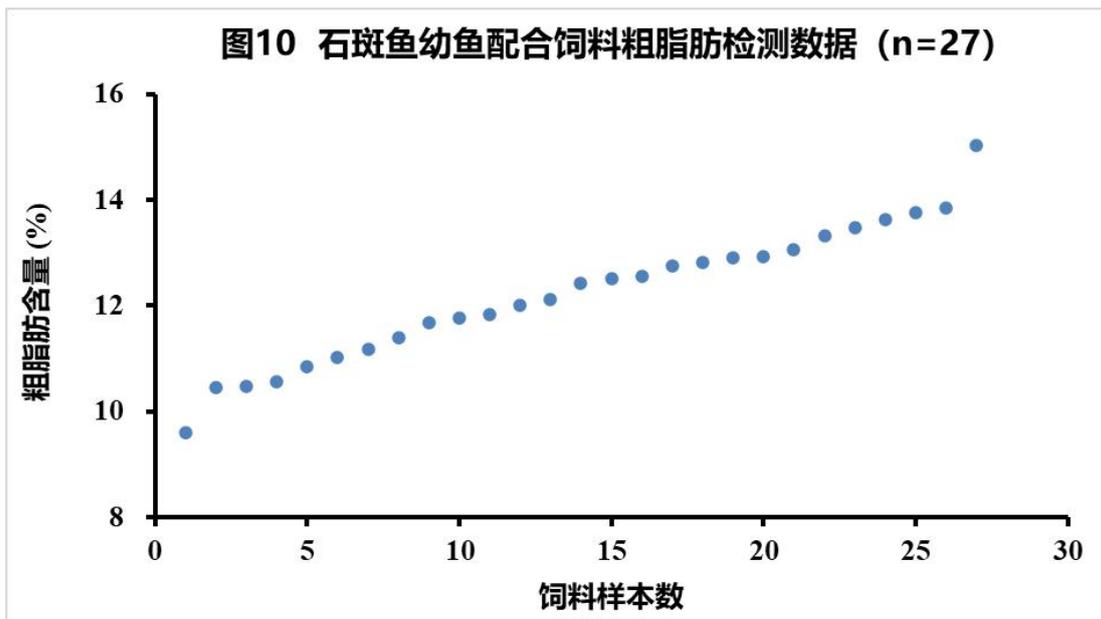
表 14 石斑鱼稚鱼配合饲料粗脂肪含量的分段分析结果

条件 (粗脂肪含量, %)	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例%

≥7%	13	100
≥8%	12	92.31
≥9%	12	92.31
≥10%	11	84.62
≥11%	7	53.85
≥12%	3	23.08
≥13%	1	7.69
≥14%	—	—
样本总数	13	
范围, %	7.32~13.15	
平均, %	10.87	
标准值, %	≥8.0	
达标率, %	92.31	

(2) 幼鱼配合饲料粗脂肪的确定

标准编制小组统计了饲料企业 27 个石斑鱼幼鱼配合饲料样本的粗脂肪含量数据，分布见图 10。从图中看出，粗脂肪含量变动范围在 9.59%~15.03%，平均值 12.22%。石斑鱼幼鱼配合饲料粗脂肪含量按照其含量分段比例结果见表 15。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的幼鱼配合饲料粗脂肪含量

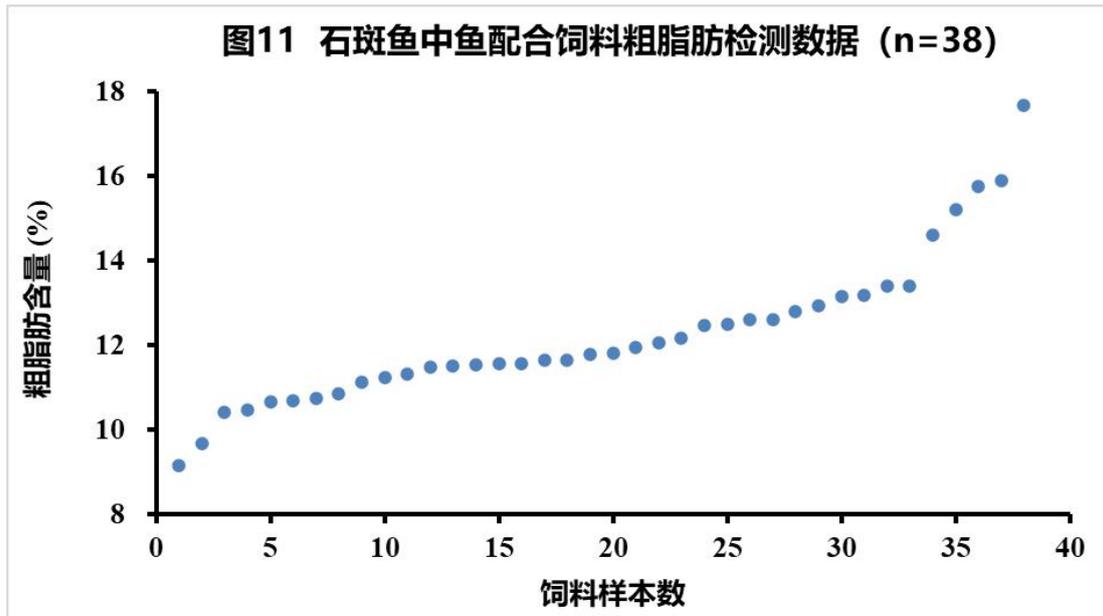
为“ $\geq 6.0\%$ ”。饲料脂肪与饲料蛋白质是重要的营养物质和能量物质，水产饲料发展趋势之一就是发展“低蛋白质、高脂肪饲料”，也考虑到饲料脂肪对饲料蛋白质的节约作用，适当提高饲料脂肪的标准下限值，饲料标准制定中，饲料脂肪含量也是采用“下限”原则。因此，本标准中确定石斑鱼幼鱼配合饲料脂肪含量为“ $\geq 10.0\%$ ”，有96.30%的饲料样本满足此条件。

表 15 石斑鱼幼鱼配合饲料粗脂肪含量的分段分析结果

条件（粗脂肪含量，%）	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例
$\geq 9\%$	27	100
$\geq 10\%$	26	96.30
$\geq 11\%$	22	81.48
$\geq 12\%$	16	59.26
$\geq 13\%$	7	25.93
$\geq 14\%$	1	3.70
$\geq 15\%$	1	3.70
$\geq 16\%$	—	—
样本总数	27	
范围，%	9.59~15.03	
平均，%	12.22	
标准值，%	≥ 10.0	
达标率，%	96.30	

（3）中鱼配合饲料粗脂肪的确定

标准编制小组统计了饲料企业 38 个石斑鱼中鱼配合饲料样本的粗脂肪含量数据，分布见图 11。从图中看出，粗脂肪含量变动范围在 9.16%~17.68%，平均值 12.25%。石斑鱼中鱼配合饲料粗脂肪含量按照其含量分段比例结果见表 16。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的中鱼配合饲料粗脂肪含量为“ $\geq 6.0\%$ ”。饲料脂肪与饲料蛋白质是重要的营养物质和能量物质，水产饲料发展趋势之一就是发展“低蛋白质、高脂肪饲料”，也考虑到饲料脂肪对饲料蛋白质的节约作用，适当提高饲料脂肪的标准下限值，饲料标准制定中，饲料脂肪含量也是采用“下限”原则。因此，本标准中确定石斑鱼中鱼配合饲料脂肪含量为“ $\geq 10.0\%$ ”，有94.74%的饲料样本满足此条件。

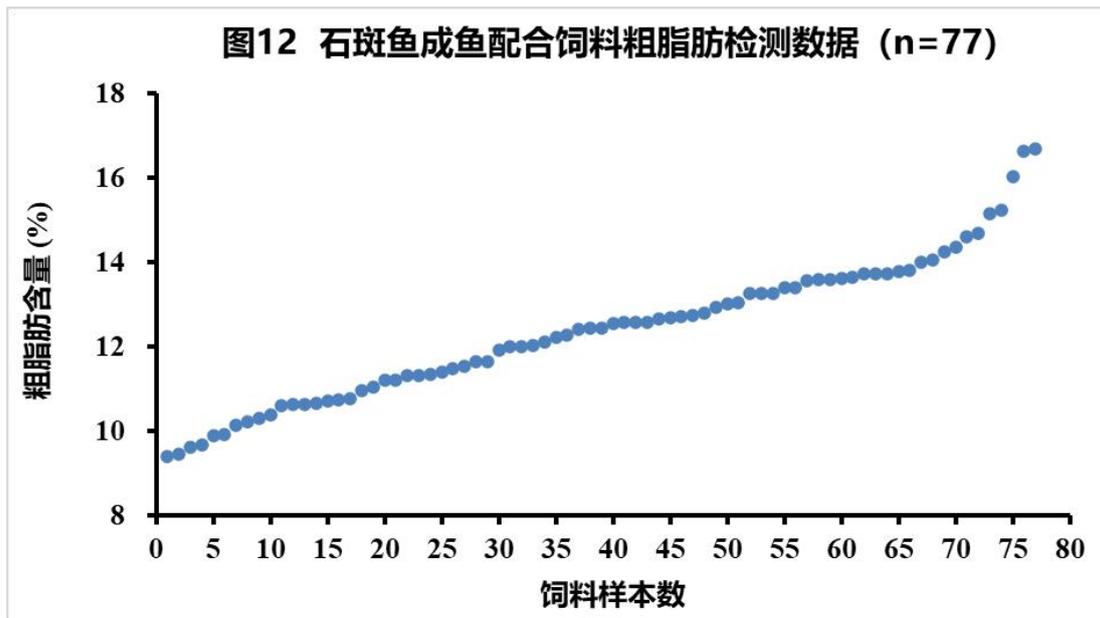
表 16 石斑鱼中鱼配合饲料粗脂肪含量的分段分析结果

条件（粗脂肪含量，%）	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例
$\geq 9\%$	38	100
$\geq 10\%$	36	94.74
$\geq 11\%$	30	78.95
$\geq 12\%$	17	44.74
$\geq 13\%$	9	23.68
$\geq 14\%$	5	13.16
$\geq 15\%$	4	10.53
$\geq 16\%$	1	2.63
$\geq 17\%$	1	2.63

≥18%	—	—
样本总数	38	
范围, %	9.16~17.68	
平均, %	12.25	
标准值, %	≥10.0	
达标率, %	94.74	

(4) 成鱼配合饲料粗脂肪的确定

标准编制小组统计了饲料企业 77 个石斑鱼成鱼配合饲料样本的粗脂肪含量数据，分布见图 12。从图中看出，粗脂肪含量变动范围在 9.40%~16.70%，平均值 12.39%。石斑鱼成鱼配合饲料粗脂肪含量按照其含量分段比例结果见表 17。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中确定的成鱼配合饲料粗脂肪含量为“≥6.0%”。饲料脂肪与饲料蛋白质是重要的营养物质和能量物质，水产饲料发展趋势之一就是发展“低蛋白质、高脂肪饲料”，也考虑到饲料脂肪对饲料蛋白质的节约作用，适当提高饲料脂肪的标准下限值，饲料标准制定中，饲料脂肪含量也是采用“下限”原则。因此，本标准中确定石斑鱼成鱼配合饲料脂肪含量为“≥10.0%”，有

92.21%的饲料样本满足此条件。

表 17 石斑鱼成鱼配合饲料粗脂肪含量的分段分析结果

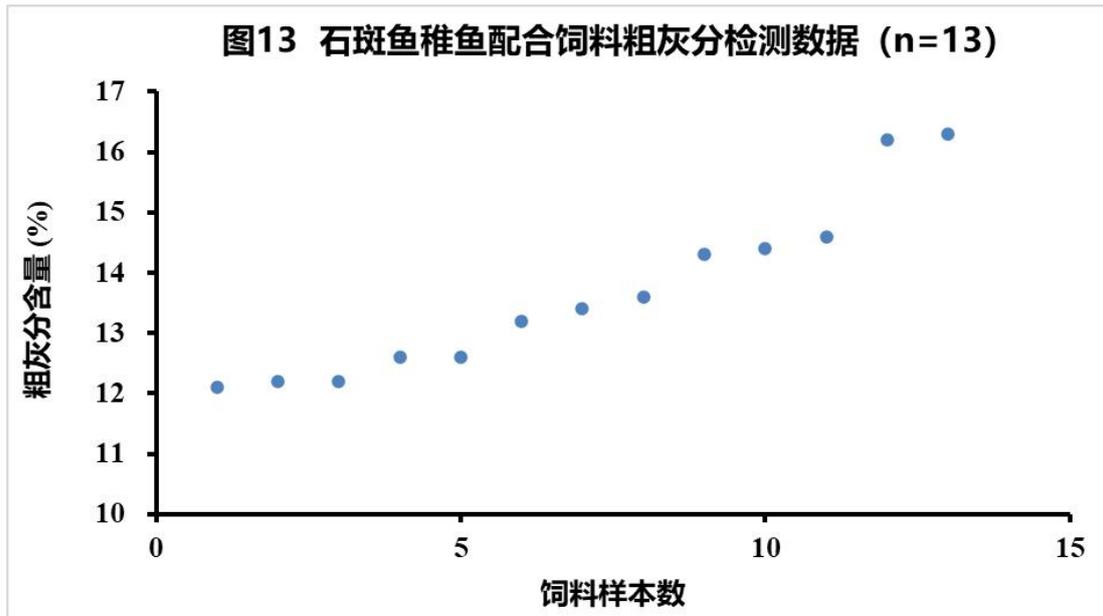
条件（粗脂肪含量，%）	石斑鱼配合饲料	
	样本数	比例
≥9%	77	100
≥10%	71	92.21
≥11%	59	76.62
≥12%	47	61.04
≥13%	28	36.36
≥14%	11	14.29
≥15%	5	6.49
≥16%	3	3.90
≥17%	—	—
样本总数	77	
范围，%	9.40~16.70	
平均，%	12.39	
标准值，%	≥10.0	
达标率，%	92.21	

4.4.3 粗灰分

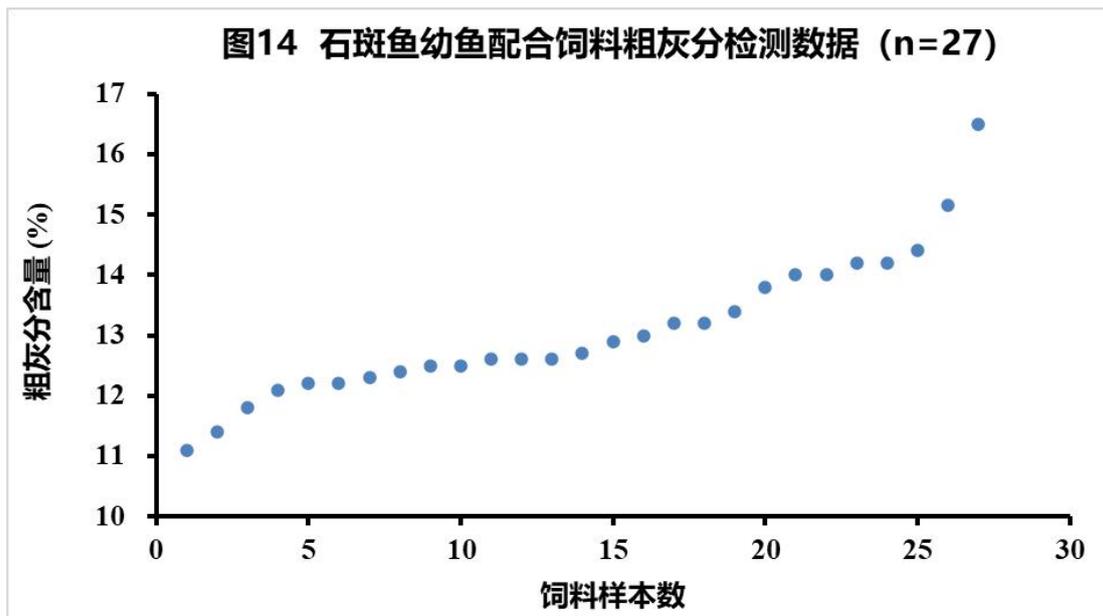
饲料中粗灰分是饲料样本在 550°C 灼烧后残余物，其主要物质组成为饲料中的矿物质、砂、土等。组成物质中既包含了有效矿物质，也包含了非营养作用的砂、土等物质。饲料原料中鱼粉、肉骨粉等原料中含量较高。

有关饲料的粗灰分含量，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个。不同产品样品实际粗灰分含量的检测值分布情况如图 13~16。

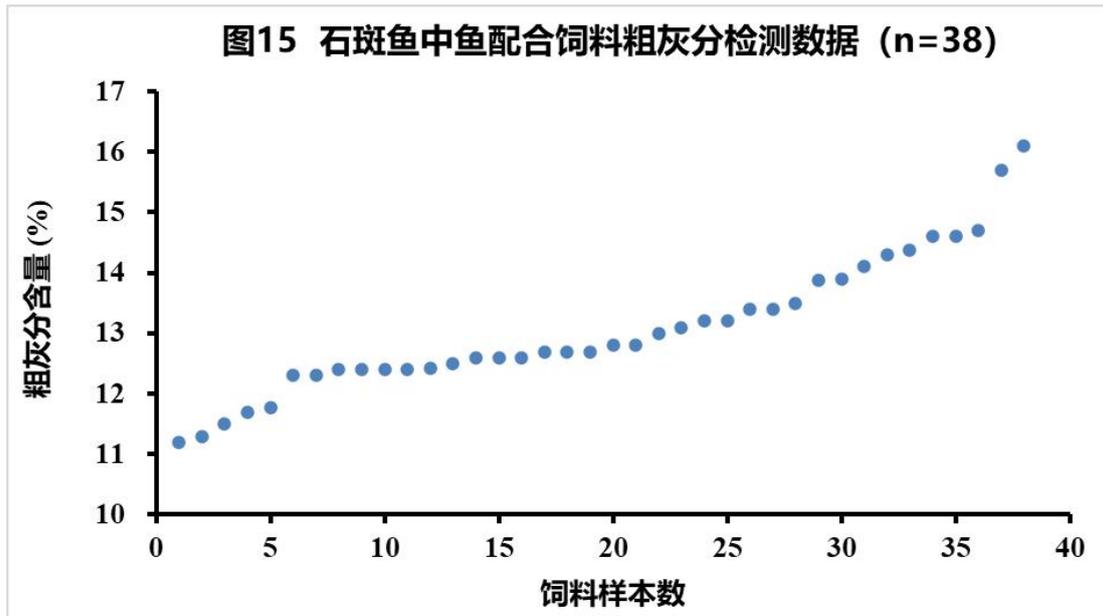
如图 13 所示，石斑鱼稚鱼配合饲料的粗灰分含量范围为 12.1%~16.3%，平均值 13.67%，分布范围非常大。



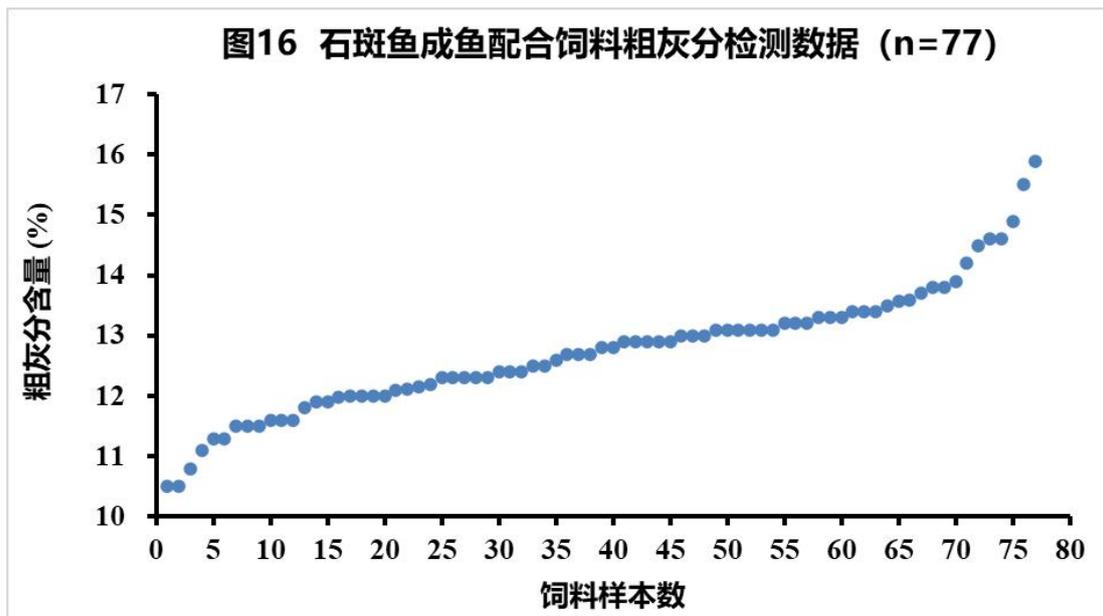
如图 14 所示,石斑鱼幼鱼配合饲料的粗灰分含量范围为 11.1%~16.5%, 平均值 13.07%, 分布范围非常大。



如图 15 所示,石斑鱼中鱼配合饲料的粗灰分含量范围为 11.2%~16.1%, 平均值 13.08%, 分布范围非常大。



如图 16 所示,石斑鱼成鱼配合饲料的粗灰分含量范围为 10.5%~15.9%, 平均值 12.74%, 分布范围非常大。



在“GB/T 22919.6 - 2008”中,将不同阶段石斑鱼配合饲料的粗灰分含量确定为“ $\leq 16\%$ ”。对于养殖鱼类而言,稚鱼、幼鱼、中鱼、成鱼生长阶段对主要矿物质的需求量有逐渐降低的趋势;但是,随着鱼类生长,其对饲料中粗灰分(主要是非营养的如砂、土等)的耐受能力则呈逐渐增强的趋势。此外,随着蒙脱石类霉菌毒素吸附剂的使用,配合饲料中粗灰分含量相对提高。因此,本标准将石斑鱼稚鱼配

合饲料中粗灰分含量提高到“ $\leq 17\%$ ”，保持幼鱼、中鱼和成鱼配合饲料中原有粗灰分含量限定不变（ $\leq 16\%$ ）。

表 18 石斑鱼配合饲料样本中粗灰分含量的分段统计结果

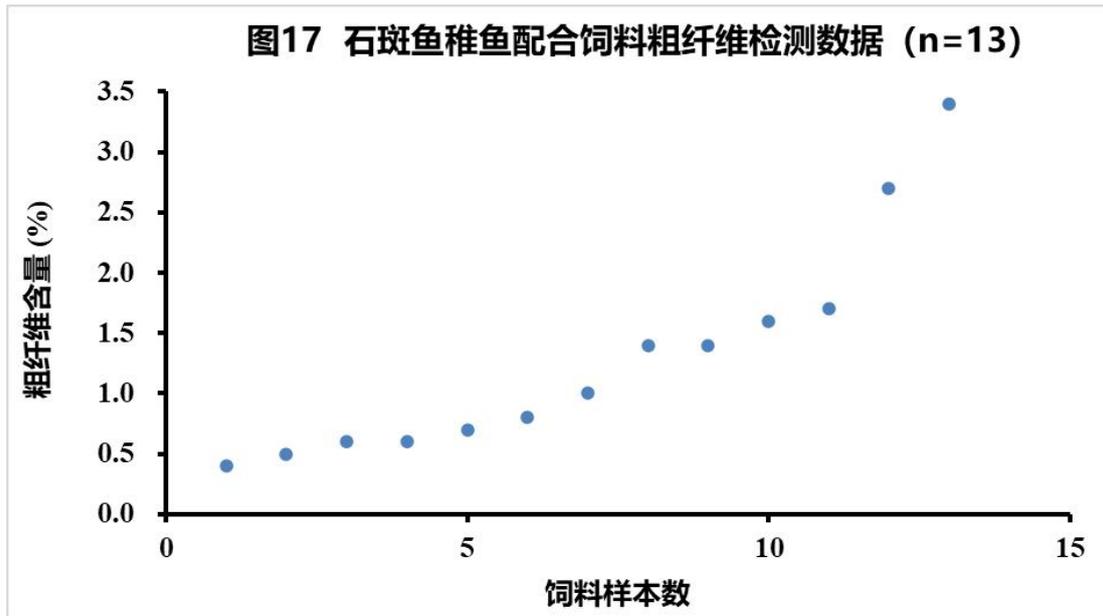
条件（粗灰分含量/%）	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例	样本数	比例	样本数	比例	样本数	比例
$\leq 10\%$	0	—	0	—	0	—	0	—
$\leq 11\%$	0	—	0	—	0	—	3	3.90
$\leq 12\%$	0	—	3	11.11	5	13.16	20	25.97
$\leq 13\%$	5	38.46	16	59.26	22	57.89	48	62.34
$\leq 14\%$	8	61.54	22	81.48	30	78.95	70	90.91
$\leq 15\%$	11	84.62	25	92.59	36	94.74	75	97.40
$\leq 16\%$	11	84.62	26	96.30	37	97.37	77	100
$\leq 17\%$	13	100	27	100	38	100	77	100
样本总数%	13		27		38		77	
范围%	12.1~16.3		11.1~16.5		11.2~16.1		10.5~15.9	
平均%	13.67		13.07		13.08		12.74	
标准值%	≤ 17		≤ 16		≤ 16		≤ 16	
达标率%	100		96.30		97.06		100	

4.4.4 粗纤维

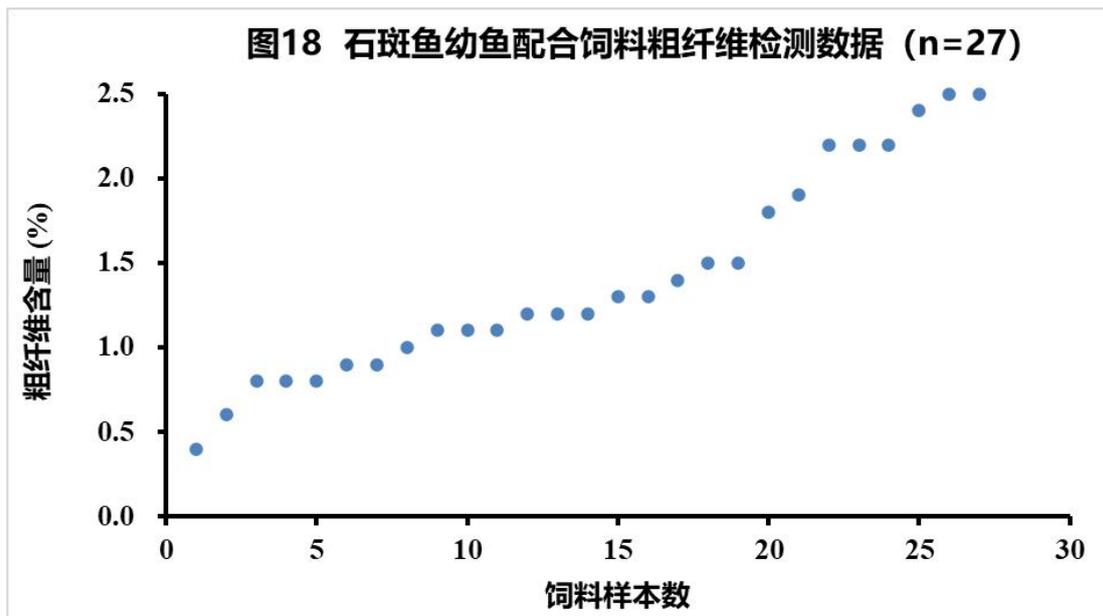
纤维素作为非淀粉多糖不易被鱼类消化吸收，但在饲料中适量添加纤维素却具有吸附大量水分，促进肠蠕动，加快粪便排泄的作用，而含量过高会抑制消化，影响营养物质有效利用。Lu 等(2018)研究发现，18%纤维素组石斑鱼生长性能明显低于 18%玉米淀粉组。

有关饲料的粗纤维含量，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个。不同产品样品实际粗纤维含量的检测值分布情况如图 17~20。

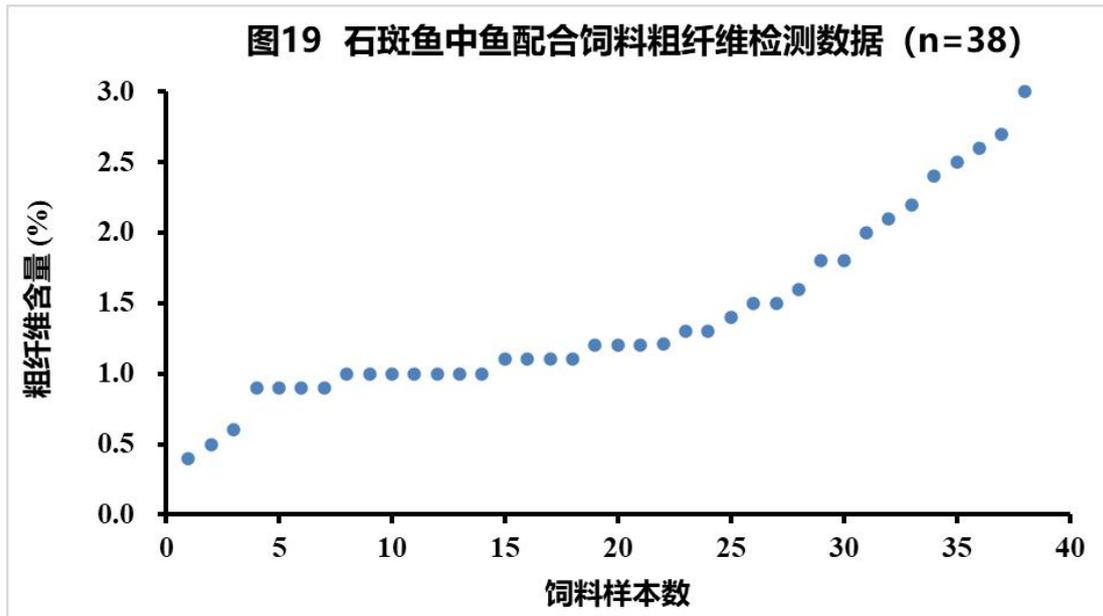
如图 17 所示，石斑鱼稚鱼配合饲料的粗纤维含量范围为 0.4%~3.4%，平均值 1.29%，分布范围较大。



如图 18 所示，石斑鱼幼鱼配合饲料的粗纤维含量范围为 0.4%~2.5%，平均值 1.40%，分布范围较大。



如图 19 所示，石斑鱼中鱼配合饲料的粗纤维含量范围为 0.4%~3.0%，平均值 1.40%，分布范围较大。



如图 20 所示，石斑鱼成鱼配合饲料的粗纤维含量范围为 0.5%~2.8%，平均值 1.46%，分布范围较大。

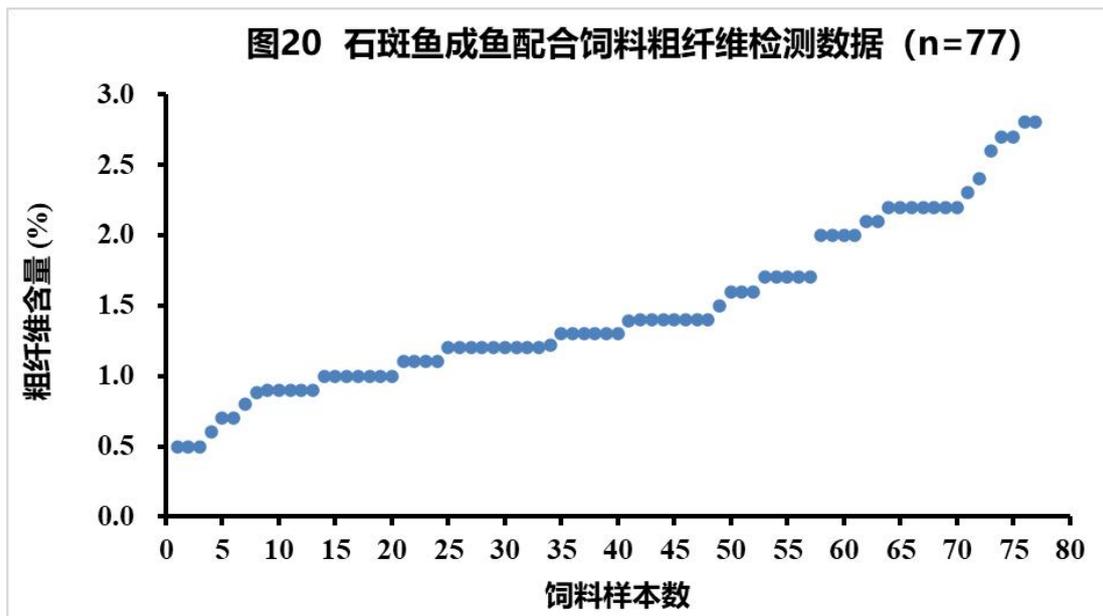


表 19 石斑鱼各阶段配合饲料粗纤维含量分段统计

条件 (粗纤维%)	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例%	样本数	比例%	样本数	比例%	样本数	比例%
≤1.0%	7	53.85	8	29.63	14	36.84	20	25.97
≤1.5%	9	69.23	19	70.37	27	71.05	49	63.64
≤2.0%	11	84.62	21	77.78	31	81.58	61	79.22
≤2.5%	11	84.62	27	100	35	92.11	72	93.51
≤3.0%	12	92.31	27	100	38	100	77	100

≤3.5%	13	100	27	100	38	100	77	100
≤4.0%	13	100	27	100	38	100	77	100
样本总数	13		27		38		77	
范围, %	0.4~3.4		0.4~2.5		0.4~3.0		0.5~2.8	
平均, %	1.29		1.40		1.40		1.46	
标准值, %	≤3.0		≤3.0		≤4.0		≤4.0	
达标率, %	92.31		100		100		100	

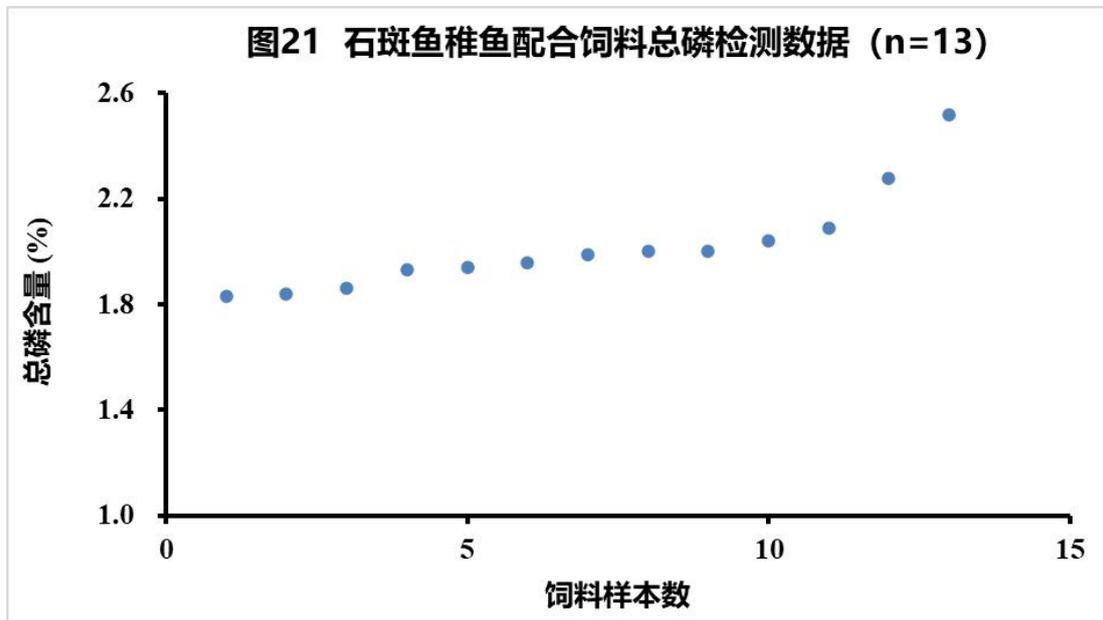
在“GB/T 22919.6 - 2008”中，将不同阶段石斑鱼配合饲料的粗纤维含量确定为“≤5.0%”。石斑鱼作为肉食性鱼类，根据目前文献研究及实际生产，本标准对比原标准适当降低了饲料中粗纤维含量的上限，参照已经颁布的相同肉食性海水鱼类配合饲料国家标准，如“SC/T 2031 - 2020 大菱鲂配合饲料”（鱼苗≤3.0%，鱼种≤5.0%，成鱼≤5.0%）、“NY/T 3474 - 2019 卵形鲳鲹配合饲料”（鱼种、中鱼和成鱼≤5.0%）、“GB/T 36206 - 2018 大黄鱼配合饲料”（鱼种、中鱼和成鱼≤5.0%）、“SC/T 2006-2001 牙鲆配合饲料”（稚鱼≤1.0%，鱼种≤2.0%，养成≤3.0%）、“SC/T 1004-2010 鳗鲡配合饲料”（幼鳗≤3.0%，成鳗≤4.0%）中的粗纤维指标。因此，本标准规定：石斑鱼稚鱼、幼鱼配合饲料粗纤维含量“≤3.0%”，中鱼、成鱼配合饲料粗纤维含量“≤4.0%”。

4.4.5 总磷

磷是鱼体内含量最多的无机元素之一，是构成其骨骼、牙齿等的主要成分。磷还是磷脂、核酸、细胞膜和多种辅酶的重要成分，并直接参与细胞的各种生理生化反应。合理的磷添加量，不仅能满足石斑鱼的营养需求，降低饲料成本，还可以减少石斑鱼排泄物中磷的含量，从而减少水体的富营养化。郑安仓等(2005)得出点带石斑鱼(7.33g)最适磷需要量为 0.74%；Ye 等(2006)研究得出，初重 29.8g 斜带石斑

鱼配合饲料磷需要量为 0.6%；Zhou 等(2004)以鱼粉为蛋白源得出初重 9.9 g 斜带石斑鱼饲料磷需要量为 0.86%。此外，石斑鱼幼鱼对常规饲料原料中总磷的表观消化率为 50~75%。

有关饲料的总磷含量，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个。不同产品样品实际总磷含量的检测值分布情况如图 21~24。

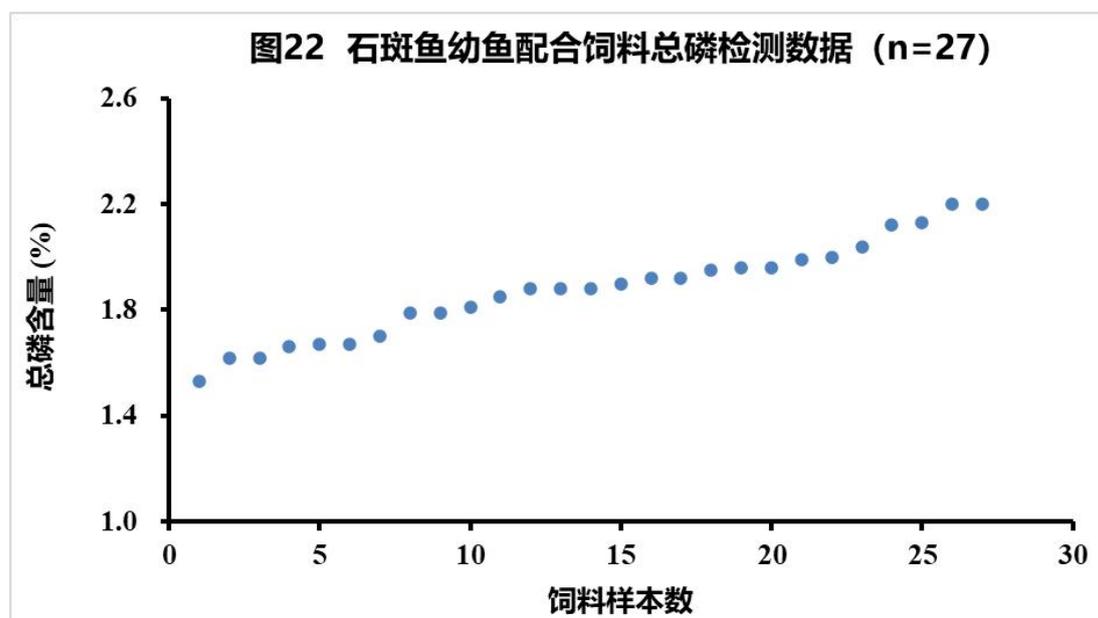


如图 21 所示，石斑鱼稚鱼配合饲料的总磷含量范围为 1.83%~2.52%，平均值为 2.02%。石斑鱼稚鱼配合饲料总磷含量按照总磷含量分段比例结果见表 20。

表 20 石斑鱼稚鱼配合饲料总磷含量的分段分析结果

条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %	条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %
≥1.8	13	100	≤2.6	13	100
≥1.9	10	76.92	≤2.5	12	92.31
≥2.0	6	46.15	≤2.4	12	92.31
≥2.1	2	15.38	≤2.3	12	92.31
≥2.2	2	15.38	≤2.2	11	84.62
≥2.3	1	7.69	≤2.1	11	84.62

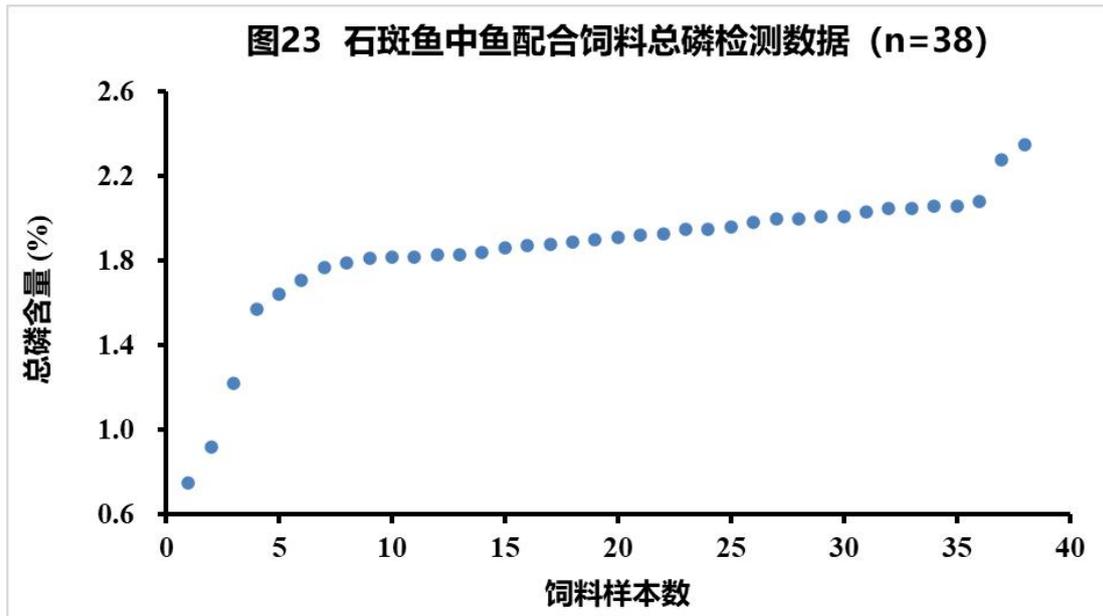
≥ 2.4	1	7.69	≤ 2.0	9	69.23
≥ 2.5	1	7.69	≤ 1.9	3	23.08
≥ 2.6	—	—	≤ 1.8	—	—
$1.2 \leq P \leq 2.1$	11	84.62	$1.2 \leq P \leq 2.3$	12	92.31
样本总数	13				



如图 22 所示，石斑鱼幼鱼配合饲料的总磷含量范围为 1.53%~2.20%，平均值为 1.88%。石斑鱼幼鱼配合饲料总磷含量按照总磷含量分段比例结果见表 21。

表 21 石斑鱼幼鱼配合饲料总磷含量的分段分析结果

条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %	条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %
≥ 1.5	27	100	≤ 2.3	27	100
≥ 1.6	26	96.30	≤ 2.2	27	100
≥ 1.7	21	77.78	≤ 2.1	23	85.19
≥ 1.8	18	66.67	≤ 2.0	22	81.48
≥ 1.9	13	48.15	≤ 1.9	15	55.56
≥ 2.0	6	22.22	≤ 1.8	9	33.33
≥ 2.1	4	14.81	≤ 1.7	7	25.93
≥ 2.2	2	7.41	≤ 1.6	1	3.70
≥ 2.3	—	—	≤ 1.5	—	—
$1.2 \leq P \leq 2.1$	23	85.19	$1.2 \leq P \leq 2.3$	27	100
样本总数	27				



如图 23 所示，石斑鱼中鱼配合饲料的总磷含量范围为 0.75%~2.35%，平均值为 1.85%。石斑鱼中鱼配合饲料总磷含量按照总磷含量分段比例结果见表 22。

表 22 石斑鱼中鱼配合饲料总磷含量的分段分析结果

条件 (总磷量, %)	样本数	比例, %	条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %
≥0.7	38	100	≤2.4	38	100
≥0.8	37	97.37	≤2.3	37	97.37
≥0.9	37	97.37	≤2.2	36	94.74
≥1.0	36	94.74	≤2.1	36	94.74
≥1.1	36	94.74	≤2.0	28	73.68
≥1.2	36	94.74	≤1.9	19	50.00
≥1.3	35	92.11	≤1.8	8	21.05
≥1.4	35	92.11	≤1.7	5	13.16
≥1.5	35	92.11	≤1.6	4	10.53
≥1.6	34	89.47	≤1.5	3	7.89
≥1.7	33	86.84	≤1.4	3	7.89
≥1.8	30	78.95	≤1.3	3	7.89
≥1.9	20	52.63	≤1.2	2	5.26
≥2.0	12	31.58	≤1.1	2	5.26

≥ 2.1	2	5.26	≤ 1.0	2	5.26
≥ 2.2	2	5.26	≤ 0.9	1	2.63
≥ 2.3	1	2.63	≤ 0.8	1	2.63
≥ 2.4	—	—	≤ 0.7	—	—
$1.0 \leq P \leq 2.1$	34	89.47	$1.0 \leq P \leq 2.3$	35	92.11
样本总数	38				

如图 24 所示，石斑鱼成鱼配合饲料的总磷含量范围为 0.83%~2.41%，平均值为 1.80%。石斑鱼成鱼配合饲料总磷含量按照总磷含量分段比例结果见表 23。

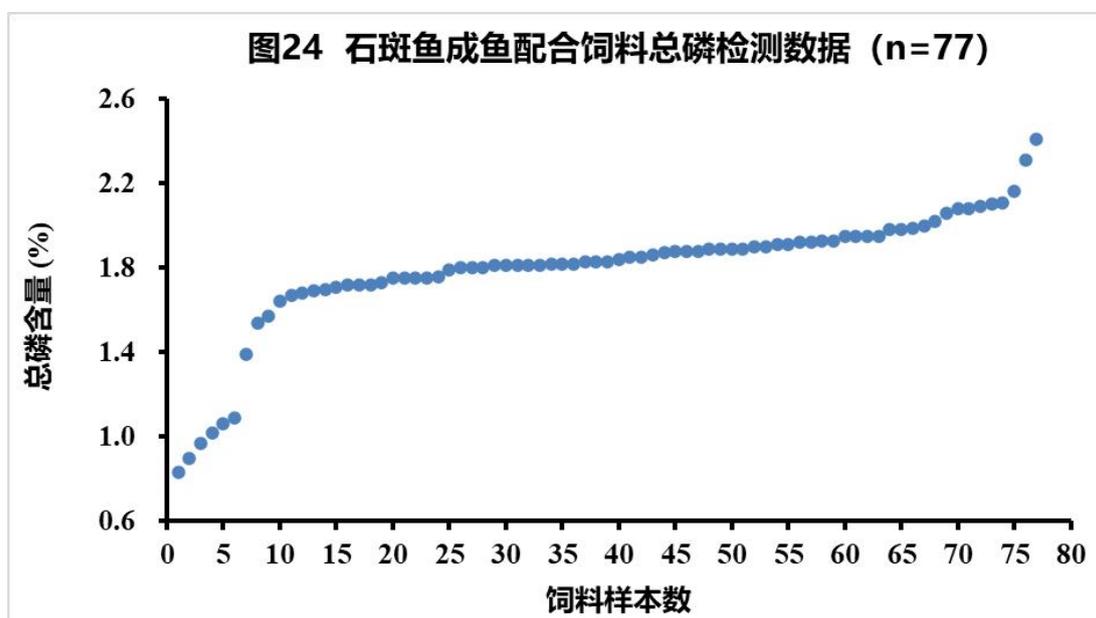


表 23 石斑鱼成鱼配合饲料总磷含量的分段分析结果

条件 (总磷量, %)	样本数	比例, %	条件 (总磷含量, %)	样本数	比例, %
≥ 0.8	77	100	≤ 2.5	77	100
≥ 0.9	76	98.70	≤ 2.4	76	98.70
≥ 1.0	74	96.10	≤ 2.3	75	97.40
≥ 1.1	71	92.21	≤ 2.2	75	97.40
≥ 1.2	71	92.21	≤ 2.1	73	94.81
≥ 1.3	71	92.21	≤ 2.0	67	87.01
≥ 1.4	70	90.91	≤ 1.9	53	68.83
≥ 1.5	70	90.91	≤ 1.8	28	36.36

≥1.6	68	88.31	≤1.7	14	18.18
≥1.7	64	83.12	≤1.6	9	11.69
≥1.8	52	67.53	≤1.5	7	9.09
≥1.9	26	33.77	≤1.4	7	9.09
≥2.0	11	14.29	≤1.3	6	7.79
≥2.1	5	6.49	≤1.2	6	7.79
≥2.2	2	2.60	≤1.1	6	7.79
≥2.3	2	2.60	≤1.0	3	3.90
≥2.4	1	1.30	≤0.9	2	2.60
≥2.5	—	—	≤0.8	—	—
1.0≤P≤2.1	70	90.91	1.0≤P≤2.3	72	93.51
样本总数	77				

在“GB/T 22919.6 - 2008”中，将不同阶段石斑鱼配合饲料的磷含量确定为“1.0%~1.6%”。由于石斑鱼对磷需要量的研究较少，同时考虑到饲料中磷在摄食过程中的溶失，鱼苗及鱼种节点主要以体长生长为主，骨骼发育需要一定量的饲料磷，且本标准参考了其它多种海水鱼类对饲料中磷的消化率资料，同时考虑到过高的磷含量，会导致养殖水域总磷输入量增加，不利于水域环境的保护。因此，本标准对饲料总磷以“范围值”进行确定。另外，考虑到水产动物对饲料有效磷的利用目前研究资料很有限，且目前尚无相应国家标准或行业标准涉及配合饲料中有效磷检测方法，故本标准仍然以总磷来规定。结合现有石斑鱼总磷需要量和常规饲料原料中总磷表观消化率研究结果，本标准规定：**石斑鱼稚鱼、幼鱼配合饲料总磷含量“1.2%~2.3%”，中鱼、成鱼配合饲料总磷含量“1.0%~2.1%”**；如表 20~23 所示稚鱼、幼鱼、中鱼和成鱼配合饲料分别有 92.31%、100%、89.47%、90.91%的样本满足此条件。

4.4.6 赖氨酸

石斑鱼对蛋白质的需求实际上是对各种氨基酸的需求,石斑鱼配合饲料中必需氨基酸的含量和平衡是提高饲料蛋白质利用率的重要途径。赖氨酸是谷物蛋白源配制鱼类配合饲料时的第一限制性氨基酸。石斑鱼配合饲料中必须提供足够、平衡的各种必需氨基酸,以保证其快速、健康生长,并避免必需氨基酸的浪费,以节约饲料成本。赖氨酸还是肉碱的前体物质,在长链脂肪酸酰基转移到线粒体进行 β 氧化的过程中发挥着重要的作用(Tanphaichitr 等, 1971)。Luo 等(2006)对初重 15.84 g 斜带石斑鱼研究得出,其赖氨酸需要量为 2.83% (5.56%蛋白质);王学武等(2014)对斜带石斑鱼幼鱼(22.07g)和中鱼(102.51g)研究发现,其赖氨酸需要量分别为 3.04%(6.33%蛋白质)和 2.61%(5.80%蛋白质);Li 等(2019)对初重 11.44g 珍珠龙胆石斑鱼的研究发现,其赖氨酸需要量为 2.16%(4.05%蛋白质)。

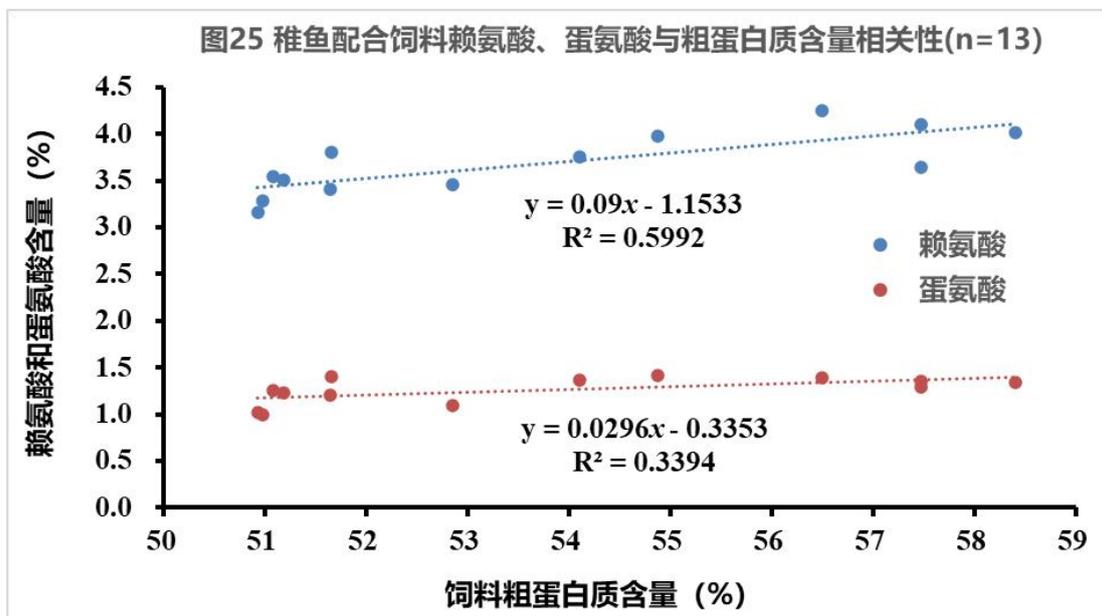
有关饲料的赖氨酸含量及赖氨酸、蛋氨酸含量与饲料粗蛋白质的相关性,本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个,得到了相应的回归方程,见图 25~28。稚鱼配合饲料赖氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.5992$,蛋氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.3394$;幼鱼配合饲料赖氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.4127$,蛋氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.2369$;中鱼配合饲料赖氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.4479$,蛋氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.2118$;成鱼配合饲料赖氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.5321$,蛋氨酸与粗蛋白质相关系数 $R^2=0.3055$;均显示赖氨酸含量与粗蛋白质的相关性更强。

对于养殖动物而言,多数情况下赖氨酸为第一限制性氨基酸,蛋氨酸为第二限制性氨基酸。在以赖氨酸含量、蛋氨酸含量作为蛋白质

氨基酸质量的标识指标的意义，二者的意义相同，选择之一即可。因此，修订标准中选择赖氨酸含量作为蛋白质质量的标识指标，删除蛋氨酸指标(从实际生产和检测中发现，蛋氨酸检测结果受原料组成、蛋氨酸结构、检测设备差异，检测结果偏差较大，而赖氨酸检测结果比较稳定。因此，生产实践中不将蛋氨酸作为配合饲料硬性指标)。

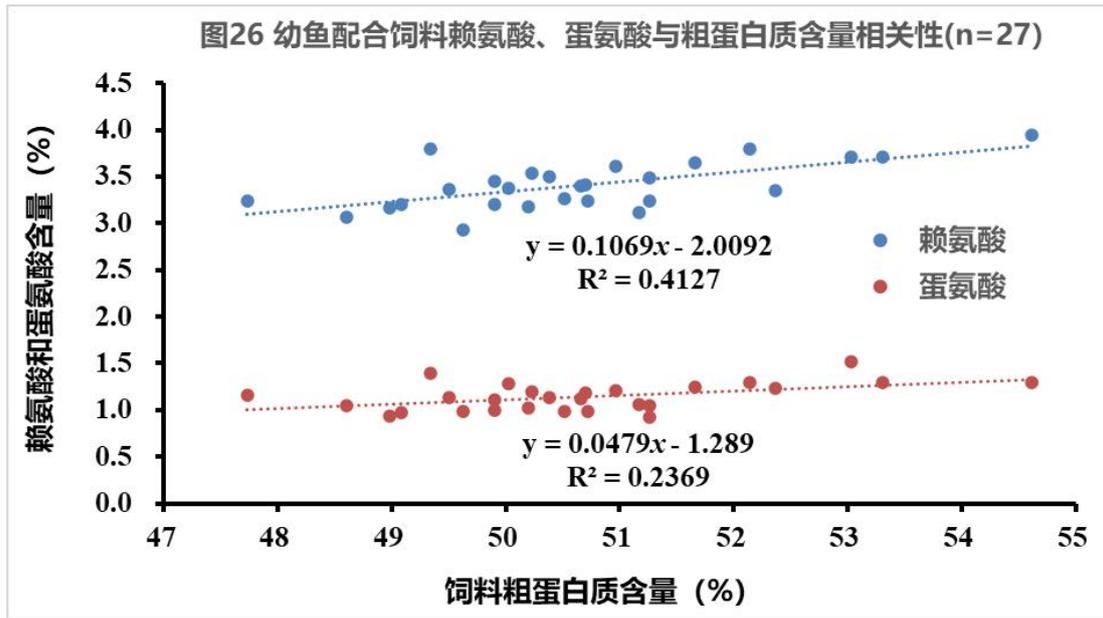
虽然蛋氨酸不作为石斑鱼配合饲料产品质量指标，并不表示蛋氨酸不重要，只是在表示石斑鱼配合饲料中蛋白质中氨基酸质量水平方面，赖氨酸的代表性更强。标准指标项设置时应尽量避免意义相同或相似的重复性指标项。

本标准编制小组统计了 13 个石斑鱼稚鱼配合饲料的赖氨酸、蛋氨酸含量与蛋白质相关性，见图 25。稚鱼阶段对饲料的蛋白质质量要求较高，因此赖氨酸含量相应也较高。如图 25 所示，石斑鱼稚鱼配合饲料的赖氨酸含量范围为 3.16%~4.25%，分布范围较大。

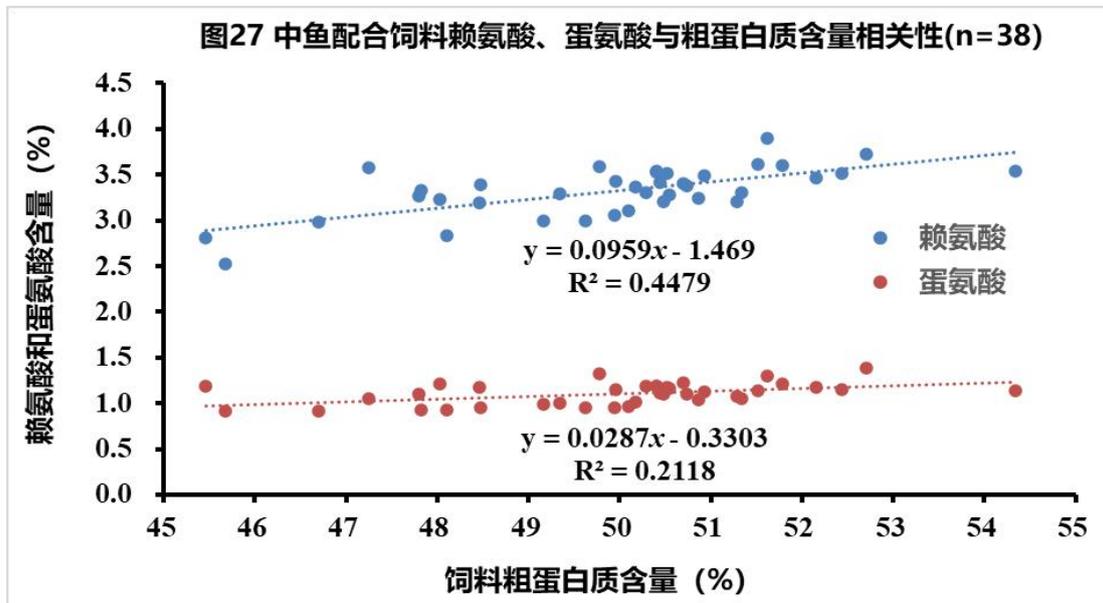


本标准编制小组统计了 27 个石斑鱼幼鱼配合饲料的赖氨酸、蛋氨酸含量与蛋白质相关性，见图 26。幼鱼阶段对饲料的蛋白质质量要求较高，因此赖氨酸含量相应也较高。如图 26 所示，石斑鱼幼鱼

配合饲料的赖氨酸含量范围为 2.93%~3.95%，分布范围较大。



本标准编制小组统计了 38 个石斑鱼中鱼配合饲料的赖氨酸、蛋氨酸含量与蛋白质相关性，见图 27。中鱼阶段对饲料的蛋白质质量要求稍低，因此赖氨酸含量相应也相对稍低。如图 27 所示，石斑鱼中鱼配合饲料的赖氨酸含量范围为 2.53%~3.90%，分布范围较大。



本标准编制小组统计了 77 个石斑鱼成鱼配合饲料的赖氨酸、蛋氨酸含量与蛋白质相关性，见图 28。成鱼阶段对饲料的蛋白质质量要求较低，因此赖氨酸含量相应也相对较低。如图 28 所示，石斑鱼

成鱼配合饲料的赖氨酸含量范围为 2.44%~3.80%，分布范围较大。

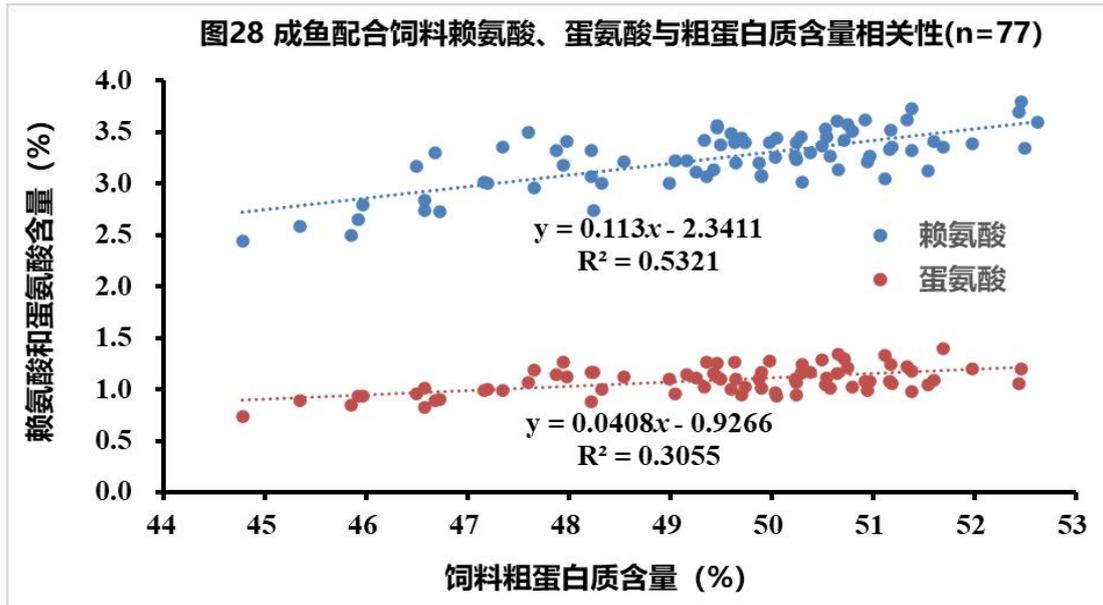


表 24 石斑鱼各阶段配合饲料赖氨酸含量分段统计

条件 (赖氨酸%)	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例, %						
≥2.3%	13	100	27	100	38	100	77	100
≥2.4%	13	100	27	100	38	100	77	100
≥2.5%	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≥2.6%	13	100	27	100	37	97.37	74	96.10
≥2.7%	13	100	27	100	37	97.37	73	94.81
≥2.8%	13	100	27	100	37	97.37	69	89.61
≥2.9%	13	100	27	100	35	92.11	68	88.31
≥3.0%	13	100	26	96.30	33	86.84	67	87.01
≥3.1%	13	100	25	92.59	31	81.58	57	74.03
≥3.2%	12	92.31	22	81.48	29	76.32	51	66.23
≥3.3%	11	84.62	16	59.26	22	57.89	40	51.95
≥3.4%	11	84.62	13	48.15	16	42.11	27	35.06
≥3.5%	9	69.23	9	33.33	11	28.95	14	18.18
≥3.6%	7	53.85	7	25.93	4	10.53	7	9.09
≥3.7%	6	46.15	5	18.52	2	5.26	3	3.90
≥3.8%	5	38.46	3	11.11	1	2.63	1	1.30

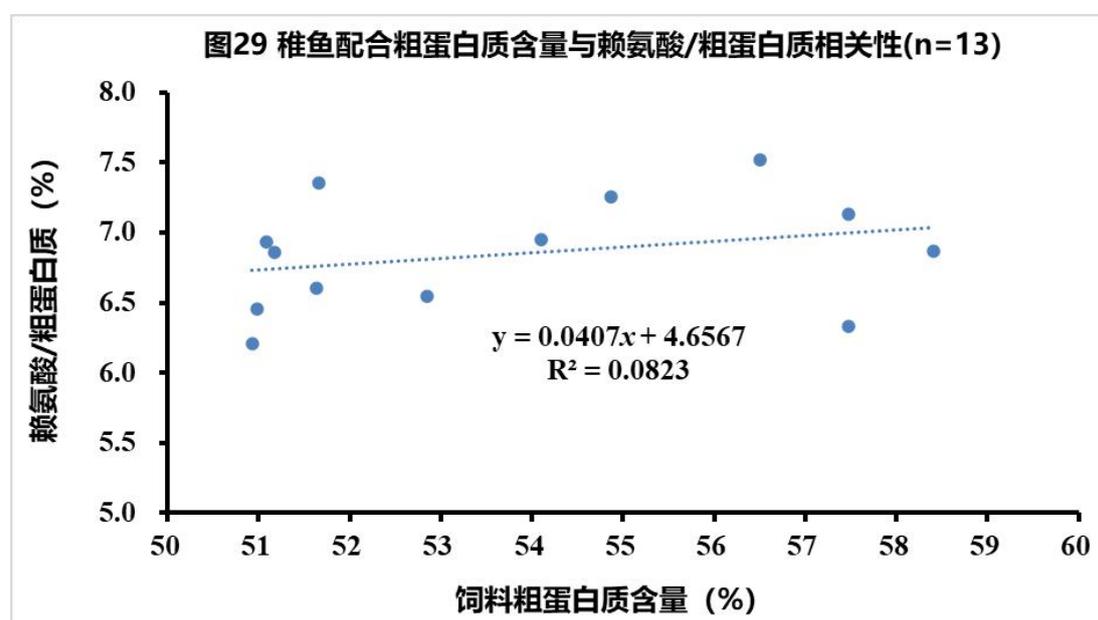
≥3.9%	4	30.77	1	3.70	1	2.63	—	—
≥4.0%	3	23.08	—	—	—	—	—	—
≥4.1%	2	15.38	—	—	—	—	—	—
≥4.2%	1	7.69	—	—	—	—	—	—
≥4.3%	—	—	—	—	—	—	—	—
样本总数	13		27		38		77	
范围, %	3.16~4.25		2.93~3.95		2.53~3.90		2.44~3.80	
平均, %	3.69		3.41		3.32		3.25	
标准值, %	≥3.0		≥2.8		≥2.6		≥2.4	
达标率, %	100		100		97.37		100	

将石斑鱼稚鱼配合饲料、幼鱼配合饲料、中鱼配合饲料、成鱼配合饲料的赖氨酸含量分别进行分段统计和分析, 结果见表 24。在“GB/T 22919.6 - 2008”中, 对石斑鱼稚鱼饲料的赖氨酸含量的规定是“≥2.5%”, 幼鱼饲料的赖氨酸含量为“≥2.3%”, 中鱼饲料的赖氨酸含量为“≥2.1%”, 成鱼饲料的赖氨酸含量为“≥1.9%”。按照目前石斑鱼赖氨酸需求研究报告为 2.6%~3.0% (稚鱼、幼鱼、中鱼), 结合相关研究结果和市场实际检测数据, 本标准规定: **石斑鱼稚鱼配合饲料赖氨酸含量“≥3.0%”**, 如表 22 所示有 100% 样本满足此条件; **幼鱼配合饲料赖氨酸含量“≥2.8%”**, 如表 22 所示有 100% 样本满足此条件; **中鱼配合饲料赖氨酸含量“≥2.6%”**, 如表 22 所示有 97.37% 样本满足此条件; **成鱼配合饲料赖氨酸含量“≥2.4%”**, 如表 22 所示有 100% 样本满足此条件。

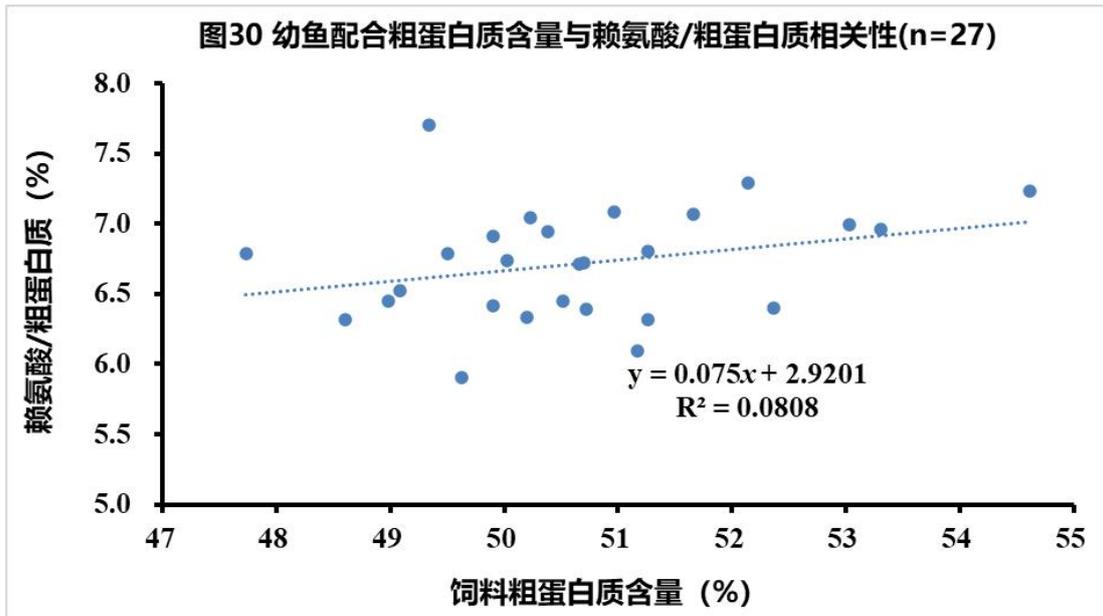
4.4.7 赖氨酸/粗蛋白质

在赖氨酸需要量研究报告中, 均会得出赖氨酸占饲料蛋白的比例, 若不要求赖氨酸占蛋白的比例要求, 则可能出现高蛋白质而赖氨酸不足的饲料, 在此情况下若仅规定赖氨酸的下限, 就很可能出现高

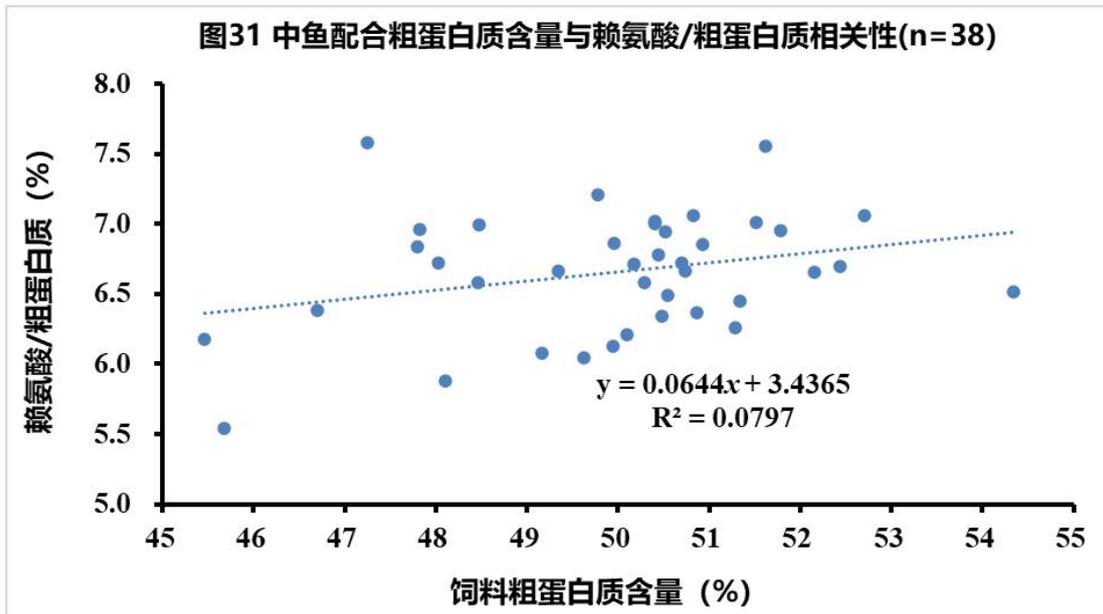
蛋白质而赖氨酸不足的饲料，不符合石斑鱼的生长需求。Luo 等 (2006) 得出初重 15.84 g 斜带石斑鱼赖氨酸需要量为 5.56% 蛋白质；王学武等 (2014) 得出斜带石斑鱼幼鱼 (22.07g) 和中鱼 (102.51g) 赖氨酸需要量分别为 6.33% 蛋白质、5.80% 蛋白质；Li 等 (2019) 确定 11.44g 珍珠龙胆石斑鱼赖氨酸需要量为 4.05% 蛋白质。因此，本标准编制小组根据 Kaushik 等 (2010) 得出的水产饲料中赖氨酸占饲料粗蛋白的 5% 为基础依据并结合前期石斑鱼研究结果确定此项指标。



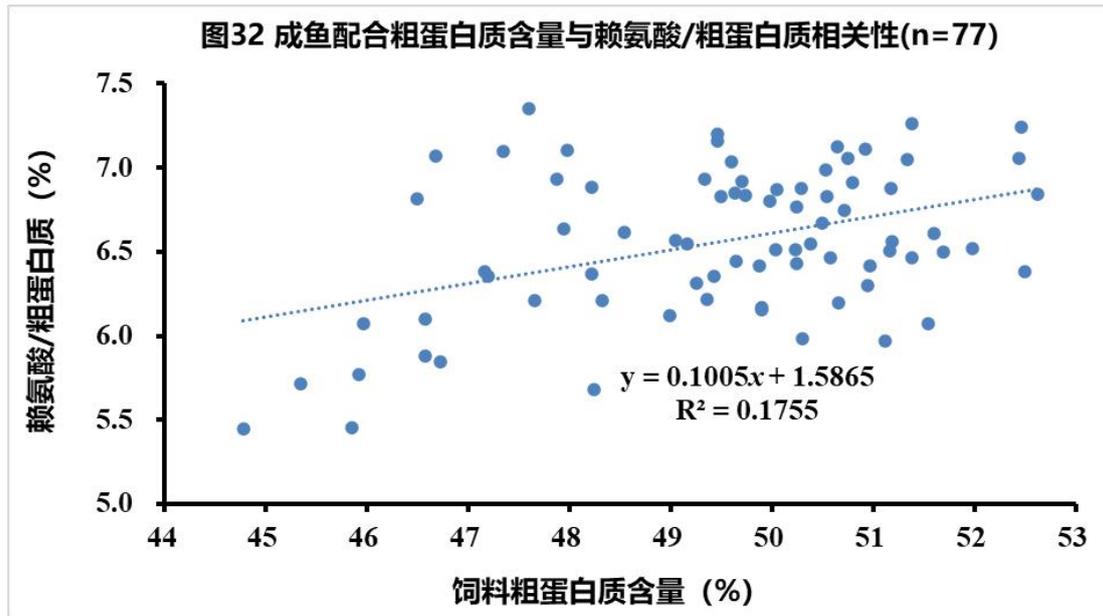
为进一步分析赖氨酸/粗蛋白质与饲料粗蛋白质的相关性，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个，得到了相应的回归方程，见图 29~32。稚鱼配合饲料中粗蛋白质含量与赖氨酸/粗蛋白质相关系数 $R^2=0.0823$ ，说明稚鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质与粗蛋白质含量相关性较小（赖氨酸/粗蛋白质指标具有其独立生物学意义），为避免高粗蛋白质而赖氨酸不足，须限定赖氨酸/粗蛋白质。



幼鱼配合饲料中粗蛋白质含量与赖氨酸/粗蛋白质相关系数 $R^2=0.0808$ ，说明幼鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质与粗蛋白质含量相关性较小（赖氨酸/粗蛋白质指标具有其独立生物学意义），为避免高粗蛋白质而赖氨酸不足，须限定赖氨酸/粗蛋白质。



中鱼配合饲料中粗蛋白质含量与赖氨酸/粗蛋白质相关系数 $R^2=0.0797$ ，说明中鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质与粗蛋白质含量相关性较小（赖氨酸/粗蛋白质指标具有其独立生物学意义），为避免高粗蛋白质而赖氨酸不足，须限定赖氨酸/粗蛋白质。



成鱼配合饲料中粗蛋白质含量与赖氨酸/粗蛋白质相关系数 $R^2=0.1755$ ，说明成鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质与粗蛋白质含量相关性较小（赖氨酸/粗蛋白质指标具有其独立生物学意义），为避免高粗蛋白质而赖氨酸不足，须限定赖氨酸/粗蛋白质。

表 25 石斑鱼各阶段配合饲料赖氨酸/粗蛋白质分段统计

条件（赖氨酸/ 粗蛋白质%）	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例，%	样本数	比例，%	样本数	比例，%	样本数	比例，%
≥5.0	13	100	27	100	38	100	77	100
≥5.5	13	100	27	100	38	100	75	97.40
≥6.0	13	100	26	96.30	36	94.74	68	88.31
≥6.5	10	76.92	17	62.96	25	65.79	45	58.44
≥7.0	4	30.77	6	22.22	7	18.42	14	18.18
≥7.5	1	7.69	1	3.70	2	5.26	—	—
≥8.0	—	—	—	—	—	—	—	—
样本总数	13		27		38		77	

将石斑鱼稚鱼、幼鱼、中鱼、成鱼配合饲料的赖氨酸/粗蛋白质分别进行分段统计和分析，结果见表 25。稚鱼配合饲料的赖氨酸/粗蛋白质在 6.20%~7.52%之间，平均值 6.85%；幼鱼配合饲料的赖氨酸/粗蛋白质在 5.90%~7.70%之间，平均值 6.72%；中鱼配合饲料的

赖氨酸/粗蛋白质在 5.54%~7.58%之间，平均值 6.64%；成鱼配合饲料的赖氨酸/粗蛋白质在 5.45%~7.35%之间，平均值 6.60%。根据 Kaushik 等(2010)研究结果，保证石斑鱼配合饲料蛋白质高时饲料中的赖氨酸含量，本标准规定：石斑鱼稚鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质 $\geq 6.0\%$ ，石斑鱼幼鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质 $\geq 5.5\%$ ，石斑鱼中鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质 $\geq 5.0\%$ ，石斑鱼成鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质 $\geq 5.0\%$ ，如表 25 所示均 100%满足此条件。

4.4.8 组胺

石斑鱼是典型的肉食性鱼类，其配合饲料中含有较高含量鱼粉。鱼粉作为重要的动物蛋白质原料，其质量内容包括营养质量和安全质量，且安全质量对养殖动物的风险更大。鱼粉产品的安全性包括卫生指标（GB 13078-2017 规定的项目）、蛋白质腐败产物（代表物质为组胺）、油脂氧化产物安全性（代表物质为丙二醛）。

增加组胺的依据：

①指标的意义

组胺既是蛋白质新鲜度指标，又是蛋白质腐败产生有毒有害物的限量指标。优质石斑鱼配合饲料产品不仅仅具有高质量的蛋白质和氨基酸，也要保证安全质量。

②增加组胺指标的理由

——生物胺是鱼粉和配合饲料产品新鲜程度的判别指标之一；主要来源于原料鱼、以及鱼粉等产品被微生物污染后，微生物脱羧酶作用于游离氨基酸脱羧基而产生，是蛋白质（氨基酸）腐败的重要产物，以此作为腐败程度的判定指标；

——在多种生物胺中，组胺的毒副作用较为明确，对有胃动物胃

黏膜和胃酸分泌有直接的损伤作用，是鱼粉产品中有害物质，必须限量；

——水产、食品行业把组胺作为鱼类新鲜程度、有害物质的标识性指标加以限制；

——在饲料行业，有组胺检测方法标准，方法可操作。且鱼粉生产企业、饲料企业和行业监管部门对组胺有明确的认知和了解；

——组胺既是鱼粉产品蛋白质新鲜度的判定指标，又是鱼粉产品中有害物质的判定指标。

③原料鱼种类组胺含量的差异

鱼体死亡后，经历“僵硬-自溶-腐败”阶段，鱼体自溶会产生较多的游离氨基酸，但不产生生物胺。只有在微生物大量繁殖、生长之后，微生物所分泌的脱羧酶存在的时候才是生物胺产生的主要时期。生物胺来源于游离氨基酸的脱羧反应，组胺来源于游离组氨酸的脱羧基反应。不同种类鱼体氨基酸组成差异较大，其中组氨酸含量差异较大、游离组氨酸含量差异大，导致组胺含量有较大差异。

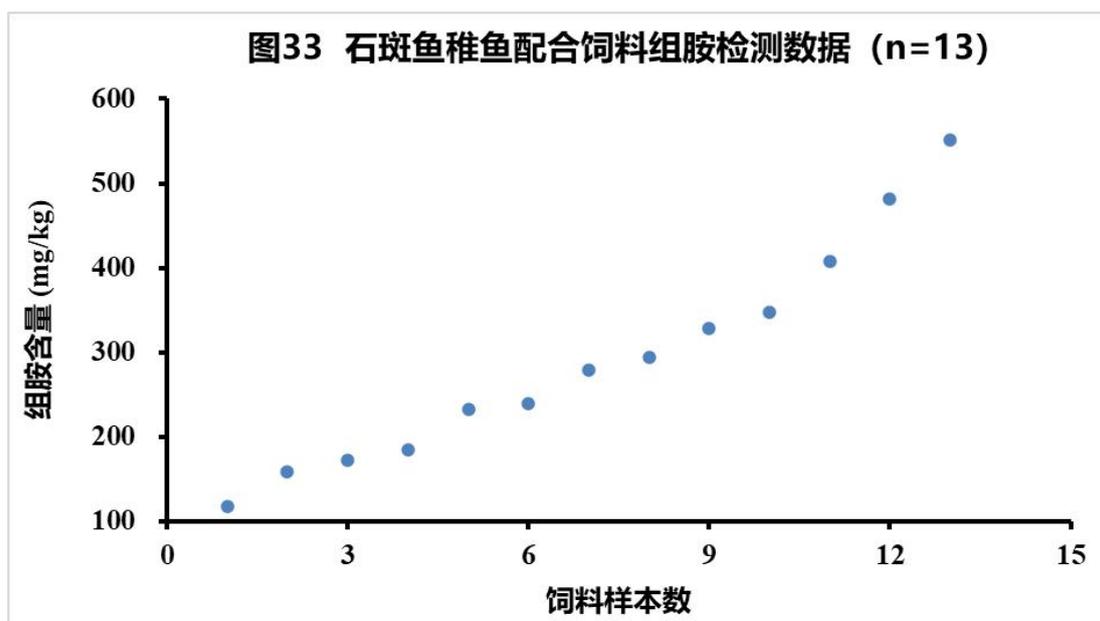
红色肌肉鱼类的肌肉中，以及所有鱼类侧线的红色肉中，均有高含量的组氨酸，鱼体在经历“自溶→腐败”过程中会被微生物胞外酶作用，使组氨酸脱去羧基转化为组胺。因此，红鱼粉的主要原料鱼如鲱鱼、金枪鱼、沙丁鱼、鲭鱼等肌肉中组氨酸的含量显著高于白色肌肉鱼类如鳕鱼；鱼肉蛋白质腐败产生的生物胺不易被挥发，留存于鱼粉产品之中，导致所得的红鱼粉产品中组胺也相应较高。

④水产饲料中组胺安全限量

张丽等(2017)研究发现，饲料组胺对黄颡鱼(102g)生长性能无明显影响，但会引起黄颡鱼体色白化，且白化程度与饲料中组胺含量密

切相关；何杰等(2018)确认“饲料组胺水平大于 103.5mg/kg 时对黄颡鱼(30g)的生理健康、胃黏膜细胞表面结构和肠道黏膜细胞之间的紧密连接结构有较为明显的损伤作用”。因此，以有胃鱼黄颡鱼为代表，其饲料中组胺安全限量应该小于 103.5mg/kg。许琪娅(2021)试验表明，高水平饲料组胺可导致美洲鳗鲡幼鱼(11.8g)生长性能降低，血清免疫力、肠道部分消化酶活性和抗氧化能力下降，肠道微绒毛受损，肠道菌群紊乱；肝脏抗氧化能力降低、组织结构受损，严重影响肝脏氨基酸代谢；以增重率为评价指标，建议美洲鳗鲡幼鱼饲料组胺水平控制在 247 mg/kg 以下。

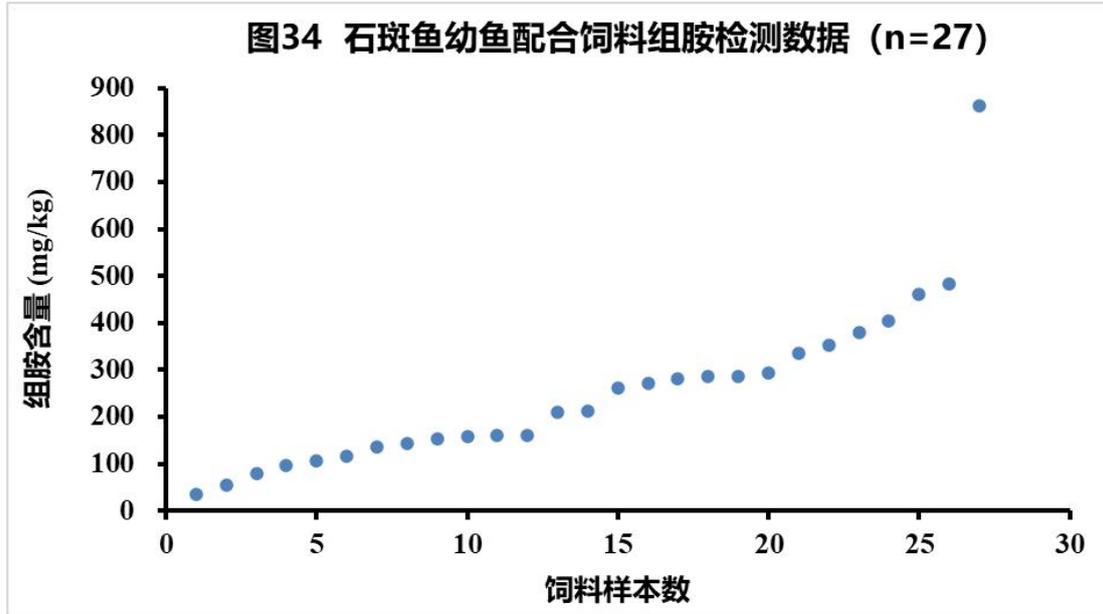
本标准编制小组以石斑鱼(14.8g)为研究对象，比较研究了不同饲料组胺水平对石斑鱼生长性能和胃肠道健康的影响，结果表明：饲料组胺水平对石斑鱼生长性能无明显影响，但高水平组胺可导致肠道消化酶活性、胃肠道组织结构和紧密连接结构受损，建议珍珠龙胆石斑鱼饲料组胺含量应低于 225.16 mg/kg（具体研究报告见附录 1）。



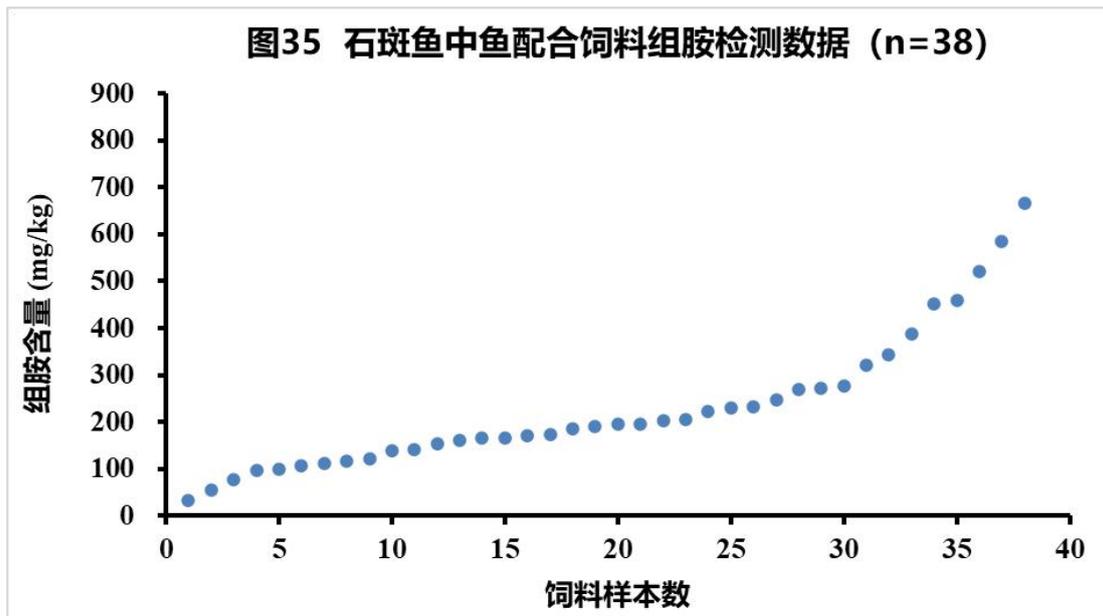
有关饲料的组胺含量，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、

成鱼配合饲料数据 77 个。不同产品样品实际组胺含量的检测值分布情况如图 33~36。

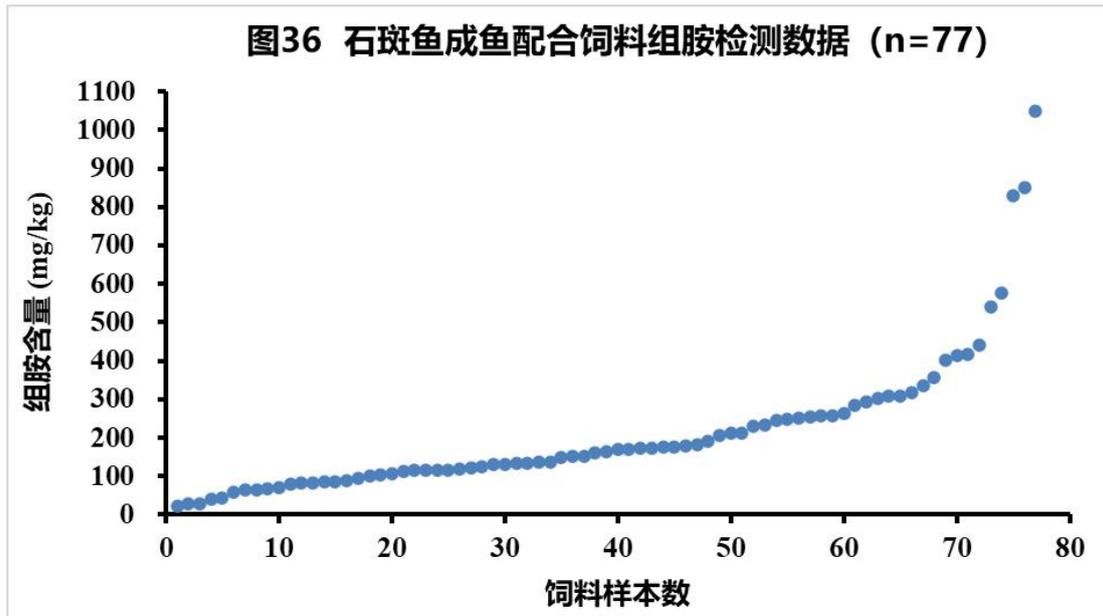
如图 33 所示，石斑鱼稚鱼配合饲料的组胺含量范围为 117~552 mg/kg，平均值为 291.8 mg/kg，分布范围较大。



如图 34 所示，石斑鱼幼鱼配合饲料的组胺含量范围为 33.8~862 mg/kg，平均值为 251.0 mg/kg，分布范围较大。



如图 35 所示，石斑鱼中鱼配合饲料的组胺含量范围为 34.3~666 mg/kg，平均值为 230.5 mg/kg，分布范围较大。

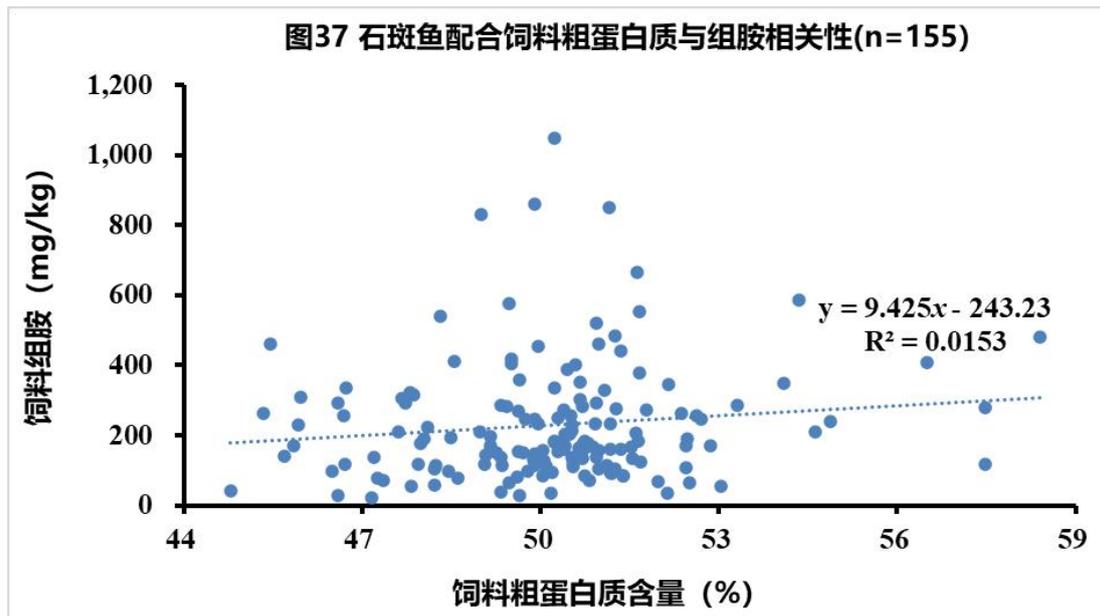


如图36所示,石斑鱼成鱼配合饲料的组胺含量范围为21.9~1050 mg/kg, 平均值为213.1 mg/kg, 分布范围较大。

表 26 石斑鱼各阶段配合饲料组胺含量分段统计

条件(组胺 mg/kg)	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例	样本数	比例	样本数	比例	样本数	比例
≤50	—	—	1	3.70	1	2.63	5	6.49
≤100	—	—	4	14.81	5	13.16	18	23.38
≤200	4	30.77	12	44.44	21	55.26	48	62.34
≤250	6	46.15	14	51.85	27	71.05	56	72.73
≤300	8	61.54	20	74.07	30	78.95	62	80.52
≤400	10	76.92	23	85.19	33	86.84	68	88.31
≤500	12	92.31	26	96.30	35	92.11	72	93.51
≤600	13	100	26	96.30	37	97.37	74	96.10
≤700	13	100	26	96.30	38	100	74	96.10
≤800	13	100	26	96.30	38	100	74	96.10
≤900	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≤1000	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≤1100	13	100	27	100	38	100	77	100
样本总数	13		27		38		77	
范围, %	117~552		33.8~862		34.3~666		21.9~1050	
平均, %	291.8		251.0		230.5		213.1	
标准值, %	≤500		≤500		≤500		≤500	
达标率, %	92.31		96.30		92.11		93.51	

为进一步分析饲料组胺与饲料粗蛋白质的相关性，本标准编制小组共收集到石斑鱼配合饲料数据 155 个，得到了相应的回归方程，见图 37。配合饲料中粗蛋白质与组胺含量相关系数 $R^2=0.0153$ ，说明石斑鱼配合饲料组胺与粗蛋白质含量相关性较小（表明组胺是相对独立的蛋白质新鲜度和安全性指标），为保障配合饲料蛋白质新鲜度和安全质量，须限定饲料中组胺含量。



原“GB/T 22919.6—2008”中，饲料中组胺含量未作为不同阶段石斑鱼配合饲料的限定指标。石斑鱼作为肉食性鱼类，不同阶段配合饲料中鱼粉使用比例比较高，低品质鱼粉和鱼粉氧化均易导致配合饲料中组胺含量超标，并由此导致石斑鱼生长性能和健康受损。依据本标准编著小组前期石斑鱼和其他鱼类试验结果（石斑鱼等多数鱼类可耐受约 250 mg/kg 组胺而对其胃肠道结构无明显负面影响），并结合本编制小组收集到 155 个石斑鱼配合饲料样品结果（其中，104 个样品组胺含量 $\leq 250\text{mg/kg}$ ，占 67.10%；146 个样品组胺含量 $\leq 500\text{mg/kg}$ [安全剂量放大 1 倍]，占 94.19%），本标准规定：石斑鱼不同阶段配合饲料组胺含量“ $\leq 500\text{ mg/kg}$ ”。

4.4.9 丙二醛

石斑鱼配合饲料属于高能饲料（粗脂肪需要量 $\geq 8\sim 10\%$ ，实际配合饲料中油脂含量 $\geq 12\sim 13\%$ ）。油脂氧化的有毒有害物质以丙二醛(MDA)为主。饲料中鱼油的作用具有两面性：以 EPA 和 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 MDA，对动物氧化损伤、蛋白质和核酸变性有毒副作用。

本标准增加 MDA 指标的依据：

——配合饲料产品中油脂氧化程度需要有评价指标，油脂安全性是油脂产品质量重要内容之一。

——作为理化指标，MDA 是单一物质、有明确的化学结构。

——MDA 既能够反映饲料产品中油脂的氧化程度，又能反映其中因为油脂氧化酸败所产生的、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。

——查阅相关标准 GB10146-2015《食品国家标准食用动物油脂》也设置了 MDA 指标，限量值为： $\leq 0.25 \text{ mg}/100\text{g}$ 。

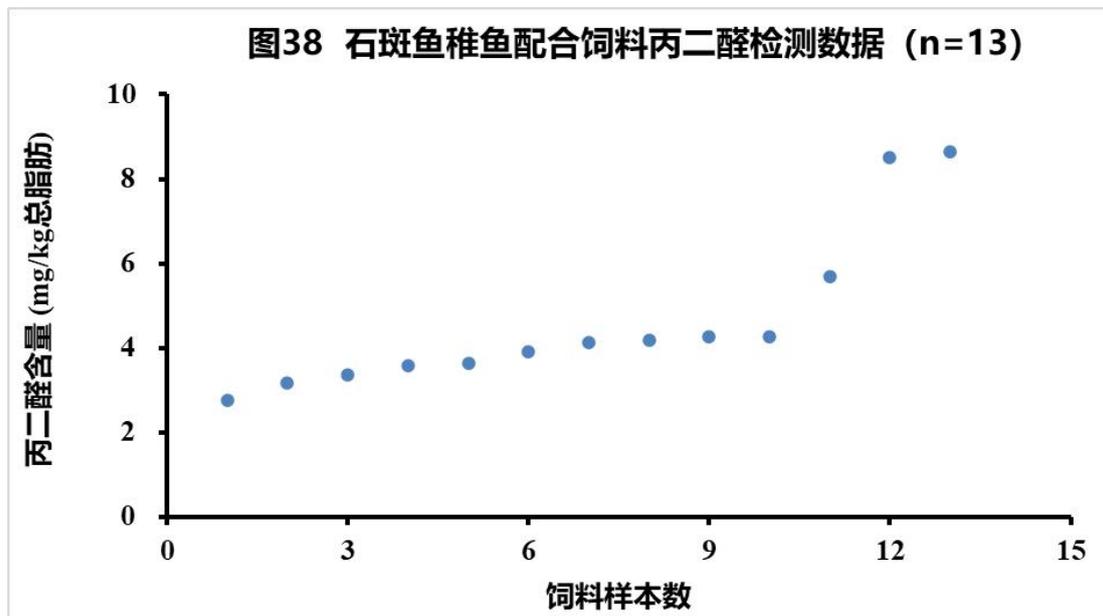
——相关文献研究证实 MDA 作为油脂氧化中有毒有害物质对鱼类具有强毒副作用（叶元土等，2015），MDA 对养殖动物（包括人）损伤作用的机制是氧化损伤为主，可诱导生物膜中脂肪酸进一步氧化损伤，也是蛋白质、核酸的交联剂，导致蛋白质和核酸变性损伤。

——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。

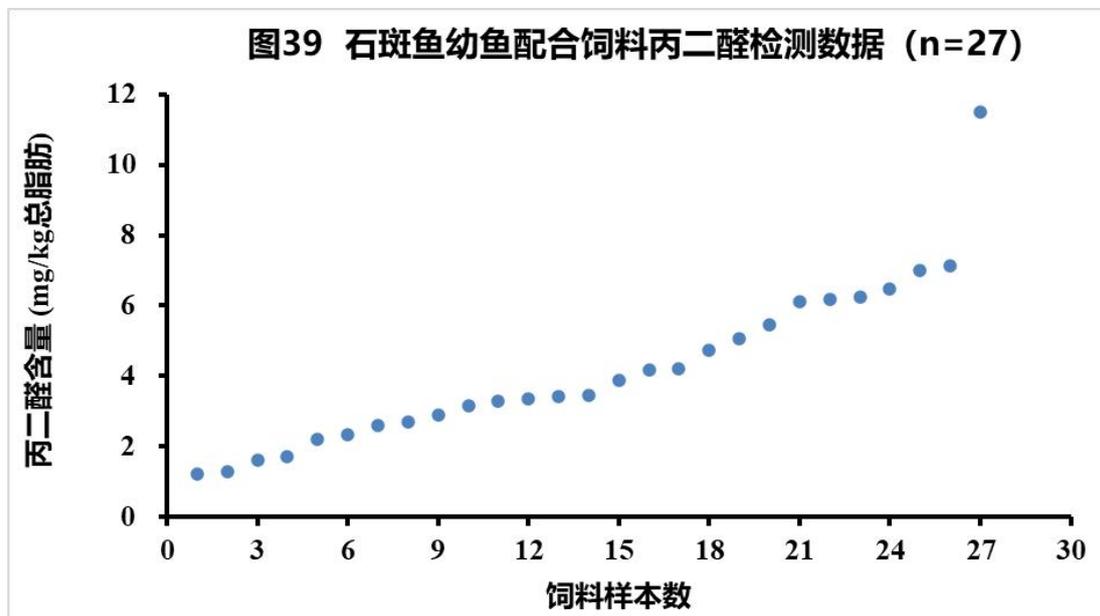
综上，MDA 是单一、具体的物质，且是油脂氧化产物中对动物氧化损伤、对蛋白质和核酸发生交联反应导致损伤的重要有毒有害物质，还能反映饲料产品中油脂的氧化程度。因此，将 MDA 作为配合

饲料产品中油脂氧化产物程度、有害物质的代表，作为饲料产品标准的安全质量指标。姚仕彬等(2015)研究认为，1.23~9.89 $\mu\text{mol/L}$ MDA对草鱼体外肠道黏膜细胞具有显著性的损伤作用。陈科全等(2016)试验结果显示：饲料中 61.59~185.04 mg/kg MDA 及油脂其他氧化产物均显著降低草鱼(74.8g)生长性能和饲料利用率，还导致草鱼肝胰脏氧化应激，损伤肝胰脏细胞线粒体，使肝胰脏细胞有明显纤维化趋势；引起草鱼肠道黏膜杯状细胞数量增加，损伤肠道微绒毛，并会损伤肠道紧密连接结构，增加肠道通透性。本标准编制小组以石斑鱼为研究对象，试验研究表明 10~80 mg/kg MDA（以饲料所含粗脂肪为基础计）对石斑鱼生长和肠道消化酶活性没有显著负面影响，但超过 40mg/kg 部分破坏胃肠道黏膜结构和细胞紧密连接，珍珠龙胆石斑鱼配合饲料的 MDA 含量不应高于 40 mg/kg 粗脂肪(4.4 mg/kg 饲料)。

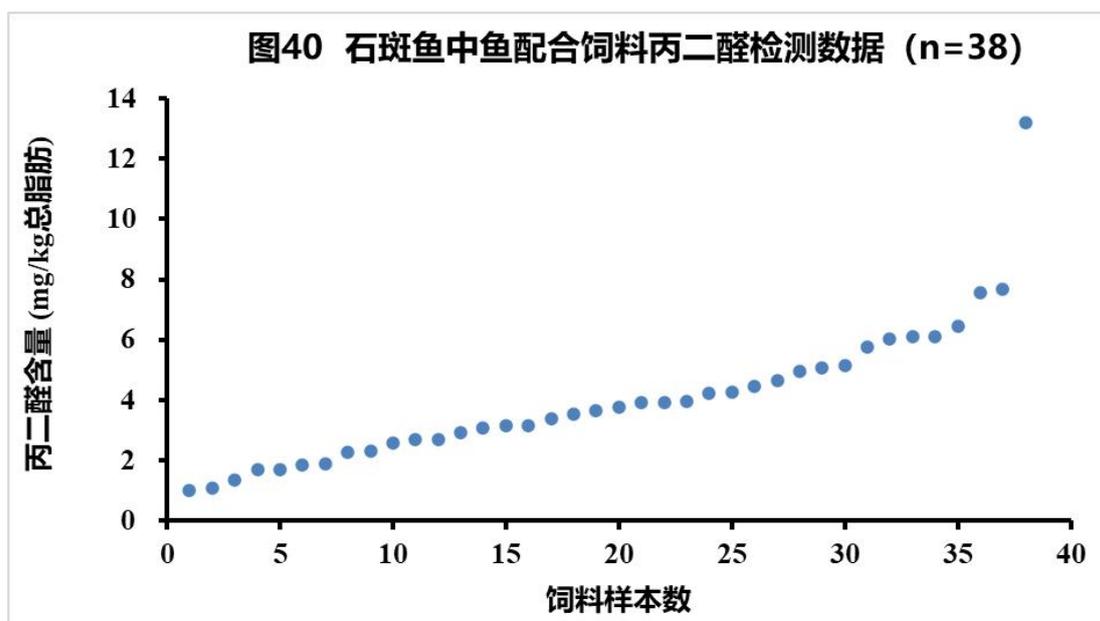
有关饲料的 MDA 含量，本标准编制小组共收集到石斑鱼稚鱼配合饲料数据 13 个、幼鱼配合饲料数据 27 个、中鱼配合饲料数据 38 个、成鱼配合饲料数据 77 个。不同产品样品实际 MDA 含量的检测值分布情况如图 38~41。



如图 38 所示, 石斑鱼稚鱼配合饲料的 MDA 含量范围为 2.76~8.64 mg/kg(以粗脂肪计), 平均值为 4.62 mg/kg(以粗脂肪计)。分布范围较大。

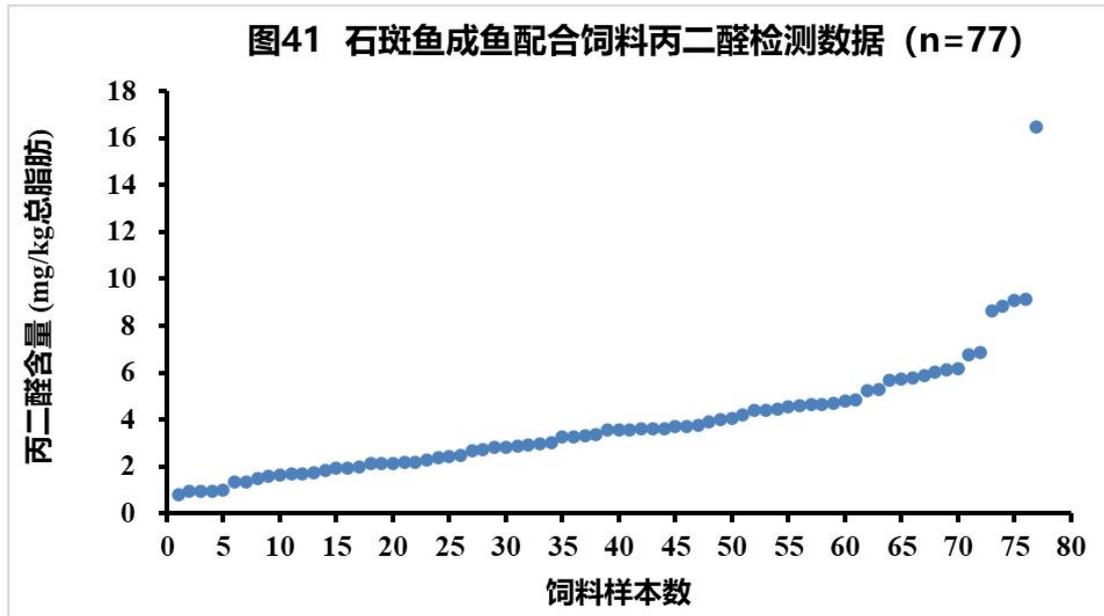


如图 39 所示, 石斑鱼幼鱼配合饲料的 MDA 含量范围为 1.21~11.50 mg/kg(以粗脂肪计), 平均值为 4.20 mg/kg(以粗脂肪计)。分布范围较大。



如图 40 所示, 石斑鱼中鱼配合饲料的 MDA 含量范围为 1.03~13.20 mg/kg(以粗脂肪计), 平均值为 4.04 mg/kg(以粗脂肪计)。分布范围较大。

范围较大。



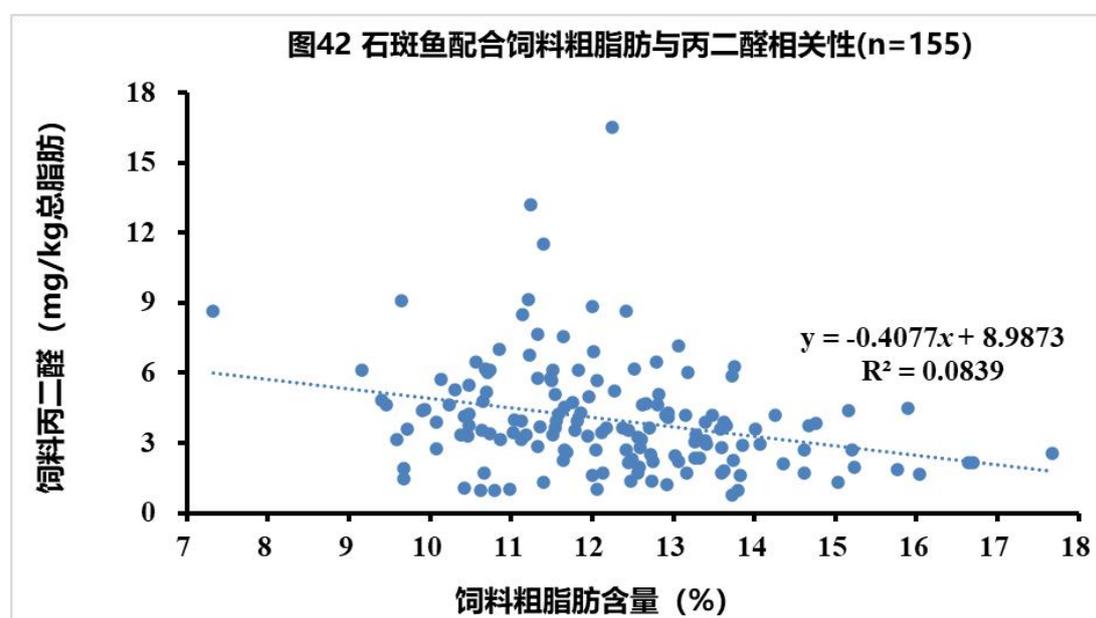
如图 41 所示，石斑鱼成鱼配合饲料的丙二醛含量范围为 0.79~16.5 mg/kg(以粗脂肪计)，平均值为 3.82 mg/kg(以粗脂肪计)。分布范围较大。

表 27 石斑鱼各阶段配合饲料丙二醛含量 (mg/kg, 以总脂肪计) 分段统计

条件 (丙二醛 mg/kg)	稚鱼配合饲料		幼鱼配合饲料		中鱼配合饲料		成鱼配合饲料	
	样本数	比例, %						
≤1	—	—	—	—	—	—	4	5.19
≤2	—	—	4	14.81	7	18.42	17	22.08
≤3	1	7.69	9	33.33	13	34.21	33	42.86
≤4	6	46.15	15	55.56	23	60.53	49	63.64
≤5	10	76.92	18	66.67	28	73.68	61	79.22
≤6	11	84.62	20	74.07	31	81.58	67	87.01
≤7	11	84.62	24	88.89	35	92.11	72	93.51
≤8	11	84.62	26	96.30	37	97.37	72	93.51
≤9	13	100	26	96.30	37	97.37	74	96.10
≤10	13	100	26	96.30	37	97.37	76	98.70
≤11	13	100	26	96.30	37	97.37	76	98.70
≤12	13	100	27	100	37	97.37	76	98.70
≤13	13	100	27	100	37	97.37	76	98.70
≤14	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≤15	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≤16	13	100	27	100	38	100	76	98.70
≤17	13	100	27	100	38	100	77	100

样本总数	13	27	38	77
范围, %	2.76~8.64	1.21~11.50	1.03~13.20	0.79~16.50
平均, %	4.62	4.20	4.04	3.82
标准值, %	≤9.0	≤9.0	≤9.0	≤9.0
达标率, %	100	96.30	97.37	96.10

为进一步分析饲料 MDA 与饲料粗脂肪的相关性, 本标准编制小组共收集到石斑鱼配合饲料数据 155 个, 得到了相应的回归方程, 见图 42。配合饲料中粗脂肪与 MDA 含量相关系数 $R^2=0.0839$, 说明石斑鱼配合饲料 MDA 与粗脂肪含量相关性较小, 为保障配合饲料脂肪新鲜度和安全质量, 须限定饲料中 MDA 含量。



原“GB/T 22919.6 - 2008”中, 饲料中 MDA 含量未作为不同阶段石斑鱼配合饲料的限定指标。石斑鱼作为肉食性鱼类, 不同阶段配合饲料中油脂使用比例比较高, 油脂氧化均易导致配合饲料中 MDA 含量超标, 并由此导致石斑鱼生长性能和健康受损。因此, 本标准规定: 石斑鱼不同阶段配合饲料丙二醛含量“≤9.0mg/kg (以粗脂肪计)”。

4.5 其他理化指标

对于其他理化指标, 本修订小组认为有些是石斑鱼配合饲料在达

到上述理化指标时不易缺乏，有些是继续沿用原标准 GB/T 22919.6 - 2008 的规定，有些是对它们的营养研究还不够完善。因此将这些指标均以附录形式列出。

5 安全卫生指标

已有强制性国家标准“GB 13078 饲料卫生标准”可以引用。本标准确定石斑鱼配合饲料的卫生指标符合“GB 13078 饲料卫生标准”的要求。

6 净含量

已有强制性国家标准“GB 10648 饲料标签”可以引用，本标准删除了原标准“GB/T 22919.6 - 2008”中净含量的规定。

7 取样

增加“6 取样”一章，按 GB/T 14699.1 规定执行。

8 对标准文本中试验方法的修订

饲料的感官指标、检验规则、包装、运输和贮存等方面，本标准主要参考了已经发布的同类标准，如“GB/T 36205 - 2018 草鱼配合饲料”、“GB/T 36782 - 2018 鲤鱼配合饲料”、“SC/T 1074 - 2022 团头鲂配合饲料”等。

8.1 新增加 7 个标准的引用

结合现行的标准法规，对饲料工业术语进行规范，参照了现行的饲料检测结果判定允许误差以及数值修约规则，并规范现有的饲料卫生标准和水中稳定性测定方法，新增赖氨酸/粗蛋白质、组胺和丙二醛指标的试验方法，引用现行标准 GB/T 8170、GB/T 10647、GB/T 18868、GB/T 19164 - 2021、GB/T 23884、SC/T 1074 - 2022 和 NY/T 4128 - 2022。

8.2 增加了水分和营养成分指标检测方法

增加 GB/T 18868 为水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、赖氨酸试验方法之一，并明确经典化学试验方法为仲裁法。

8.3 原标准试验方法粉化率的测定更改为含粉率的测定

由于实际生产中“含粉率”比“粉化率”更具有指导意义，故本标准变更“颗粒粉化率为饲料含粉率”。因此，原标准试验方法“粉化率的测定”（按 GB/T 16765 - 1997 中 5.4.3 的规定执行）更改为“含粉率的测定”（按 NY/T 4128 - 2022 中附录 A 规定执行）。

8.4 替换了水中稳定性（溶失率）的测定方法

原标准水中稳定性（溶失率）的测定按 SC/T 1077 - 2004 中第 A.2 章的规定执行，借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准，本标准水中稳定性（溶失率）的测定按“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中附录 C 规定执行。

8.5 替换了安全卫生指标的测定方法

原标准卫生指标参考的是行业标准 NY 5072，借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准，安全卫生指标均按照现行“GB 13078 饲料卫生标准”规定执行。

8.6 删除了钙的测定和净含量的校验方法

养殖水体中富含钙，水产养殖动物可从水体中获取足够钙以满足其自身营养需要，无须从饲料中补充。因此，本标准中钙指标不作规定，删除原标准中钙指标及钙的测定方法（GB/T 6436）。

现有强制性国家标准“GB 10648 饲料标签”中对“净含量”进行了限定。因此，本标准不再重复限定“净含量”，并删除原标准中净含量的校验方法（JJF 1070）。

9 对标准文本中检验规则的修改

原标准中检验规则分为 4 条，型式检验内容相较目前有改进，所有技术指标均作为出厂检验项目，调研结果是生产厂家均不接收和不执行。增加若检验项目涉及两种试验方法，采用仲裁方法。判定上未明确微生物指标不予复检。综上，检验规则更改如下：

9.1 组批

以相同的原料、相同的生产配方、相同的生产工艺和生产条件，连续生产或同一班次生产的同一规格产品为一批，每批产品不超过 120 t。

9.2 出厂检验

出厂检验项目为：外观与性状、水分和粗蛋白质。

9.3 型式检验

型式检验项目为第 5 章规定的所有项目；在正常生产情况下，每年至少进行一次型式检验。在有下列情况之一时，亦应进行型式检验：

- a) 产品定型投产时；
- b) 生产工艺、配方或主要原料来源有较大改变，可能影响产品质量时；
- c) 停产 3 个月或以上，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 饲料行政管理部门提出检验要求时。

9.4 判定规则

9.4.1 所检项目全部合格，判定为该批次产品合格。

9.4.2 检验结果中有任何指标不符合本文件规定时，可自同批次产品中重新加倍取样进行复检。若复检有一项结果不符合本文件规定，即

判定该批次产品不合格。微生物指标不得复检。

9.4.3 各项指标的极限数值判定按 GB/T 8170 中修约值比较法执行。

9.4.4 理化指标、水分和卫生指标检验结果判定的允许误差按 GB/T 18823 规定执行，GB/T 18823 未规定的项目除外。

10. 对标准文本中标签、包装、运输、贮存和保质期的更改

饲料标签已有强制性国家标准，本标准可直接引用，新标准对包装的修改主要是要求是无毒，对运输工具安全性和保质期与标签要求一致，保质期规定为：符合规定的贮存和运输条件下，与标签中标明的保质期一致。综上，对标准文本中标签、包装、运输、贮存和保质期的更改为：

10.1 标签

按 GB 10648 规定执行。

10.2 包装

包装材料应清洁卫生、无毒、无污染，并具有防潮、防漏、抗拉等性能。

10.3 运输

运输工具应清洁卫生，不得与有毒有害物品混装混运，运输中应防止曝晒、雨淋与破损。

10.4 贮存

产品应贮存在通风、干燥处，防止日晒、雨淋、鼠害，不应与有害物品或其他有污染的物品混合贮存。

10.5 保质期

未开启包装的产品，符合上述规定的包装、运输、贮存条件下，产品保质期与标签中标明的保质期一致。

11 与原标准的差异（见表 28、29）

表 28 与原标准结构差异对照

定向征求意见稿结构排序	原标准对应的结构排序	修改原因
1 范围	1 范围	无
2 规范性引用文件	2 规范性引用文件	无
3 术语和定义		根据最新标准规定，将术语和定义单独列出，并界定了石斑鱼种类范围。
4 产品分类	3 产品分类	新增各阶段配合饲料适用喂养石斑鱼体重。
5 要求	4 技术要求	要求包括外观与性状、加工质量指标、理化指标和卫生指标。
6 取样		根据最新标准规定，将取样方法单独列出。
7 试验方法	5 试验方法	顺延序号
8 检验规则	6 检验规则	顺延序号
9 标签、包装、运输、贮存和保质期	9 标签、包装、运输和贮存	顺延序号

表 29 与原标准内容差异对照

序号	定向征求意见稿内容	原标准对应内容	修改内容	修改原因
1	<p>1 范围</p> <p>本文件界定了石斑鱼的术语和定义，给出了石斑鱼配合饲料产品分类，规定了石斑鱼配合饲料的技术要求，描述了相应的取样、试验方法、检验规则及标签、包装、运输、贮存和保质期。</p> <p>本文件适用于石斑鱼配合饲料生产者声明产品符合性，或作为生产者与采购方签署贸易合同的依据，也可作为市场监管或认证机构认证的依据。</p>	<p>1 范围</p> <p>本标准规定了石斑鱼配合饲料的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标签、包装、运输和贮存。</p> <p>本标准适用于石斑鱼膨化颗粒配合饲料。</p>	<p>增加石斑鱼的术语和定义；</p> <p>更改“产品分类、技术要求、取样、试验方法、检验规则及标签、包装、运输、贮存和保质期”。</p>	<p>增加石斑鱼的术语和定义，使标准文本更完善。</p> <p>按照目前现行标准框架，使标准文本更规范。</p>
2	<p>2 规范性引用文件</p> <p>下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。</p>	<p>2 规范性引用文件</p> <p>下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。</p>	<p>增加：</p> <p>GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定</p> <p>GB/T 10647 饲料工业术语</p> <p>GB/T 18868 饲料中水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、赖氨酸快速测定近红外光谱法</p> <p>GB/T 19164—2021 饲料原料鱼粉</p> <p>GB/T 23884 动物源性饲料中生物胺的测定 高效液相色谱法</p> <p>SC/T 1074—2022 团头鲂配合饲料</p> <p>更改：</p> <p>“SC/T 1077—2004 渔用配合</p>	<p>结合现行的标准法规，对饲料工业术语进行规范，参照了现行的饲料检测结果判定允许误差以及数值修约规则，并规范现有的饲料卫生标准和水中稳定性测定方法，新增赖氨酸/粗蛋白质、组胺和丙二醛指标的试验方法。</p> <p>增加 GB/T 18868 为水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、赖氨酸试验方法之一，并明确经典化学试验方法为仲裁法。</p> <p>由于实际生产中“含粉率”比“粉化率”更具有指导意义，故本标准变更“颗粒粉化率为饲料含粉率”。因此，原标准试验方法“粉化率的测定”（按 GB/T 16765—1997 中 5.4.3 的规定执</p>

			<p>饲料通用技术要求”变更为“NY/T 4128—2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”</p> <p>删除： GB/T 6436 饲料中钙的测定 GB/T 9969.1 工业产品使用说明书 总则 NY 5072 无公害食品 渔用配合饲料安全限量 JJF 1070 定量包装商品净含量 计量检验规则 定量包装商品计量监督管理办法（国家质量监督检验检疫总局[2005]第 75 号令）</p>	<p>行)更改为“含粉率的测定”(按 NY/T 4128—2022 中附录 A 规定执行)。</p> <p>原标准水中稳定性(溶失率)的测定按 SC/T 1077—2004 中第 A.2 章的规定执行,借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准,本标准水中稳定性(溶失率)的测定按“NY/T 4128—2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中附录 C 规定执行。</p> <p>原标准卫生指标参考的是行业标准 NY 5072,借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准,安全卫生指标均按照现行“GB 13078 饲料卫生标准”规定执行。</p> <p>养殖水体中富含钙,水产养殖动物可从水体中获取足够钙以满足其自身营养需要,无须从饲料中补充。因此,本标准中钙指标不作规定,删除原标准中钙指标及钙的测定方法(GB/T 6436)。</p> <p>现有强制性国家标准“GB 10648 饲料标签”中对“净含量”进行了限定。因此,本标准不再重复限定“净含量”,并删除原标准中净含量的校验方法(JJF 1070)。</p>
--	--	--	--	--

3	<p>3 术语和定义</p> <p>GB/T 10647 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。</p> <p>3.1 石斑鱼 Groupers</p> <p>石斑鱼是石斑鱼亚科 (Epinephelinae) 鱼类的总称, 隶属于硬骨鱼纲 (Osteichthyes)、辐鳍亚纲 (Neopterygii)、棘鳍总目 (Acanthopterygii)、鲈形目 (Perciformes)、鲈亚目 (Percoidei)、鲷科 (Serranidae)。其中, 常见养殖种类有斜带石斑鱼 (<i>Epinephelus coioides</i>)、点带石斑鱼 (<i>Epinephelus malabaricus</i>)、鞍带石斑鱼 (<i>Epinephelus lanceolatus</i>)、赤点石斑鱼 (<i>Epinephelus akaara</i>)、棕点石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)、褐点石斑鱼 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)、青石斑鱼 (<i>Epinephelus awoara</i>)、云纹石斑鱼 (<i>Epinephelus moara</i>)、虎龙杂交斑 (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>♀ × <i>E. lanceolatus</i>♂) 和云龙石斑鱼 (<i>Epinephelus moara</i>♀ × <i>E. lanceolatus</i>♂) 等。</p>	无	新增术语和定义, 并界定了石斑鱼种类范围。	根据最新标准规定, 将术语和定义单独列出。
4	<p>4 产品分类</p> <p>按照石斑鱼的生长阶段, 石斑鱼配合饲料分稚鱼配合饲料、幼鱼配合饲料、中鱼配合饲料和成鱼配合饲料。产品分类与饲喂阶段见表 1。</p> <p>稚鱼配合饲料: 指喂养体重小于 5g 的石斑鱼的配合饲料。</p>	<p>3 产品分类</p> <p>本标准根据石斑鱼不同生长阶段的体重大小, 将石斑鱼饲料产品分成稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料 4 种, 产品规格应符合石斑鱼不同生长阶段的食性要求。</p>	新增各阶段配合饲料适用喂养石斑鱼体重。	参照其他鱼类配合饲料国家标准或行业标准, 界定不同生长阶段配合饲料适用石斑鱼体重范围。

	<p>幼鱼配合饲料：指喂养体重 5g~<50g 的石斑鱼的配合饲料。</p> <p>中鱼配合饲料：指喂养体重 50g~<300g 的石斑鱼的配合饲料。</p> <p>成鱼配合饲料：指喂养体重 300g 以上的石斑鱼的配合饲料。</p>			
5	<p>5 要求</p> <p>5.1 外观与性状 产品为碎粒饲料或大小均一、形状规则的膨化颗粒饲料；色泽一致，无腐败味、酸败味、霉变味、焦糊味等异味。</p> <p>5.2 加工质量指标 应符合表 2 规定。</p> <p>5.3 理化指标 应符合表 3 规定。</p> <p>5.4 卫生指标 应符合 GB 13078 的规定。</p>	<p>4 技术要求</p> <p>4.1 原料与添加剂要求 饲料原料与添加剂应符合相关饲料原料与添加剂的国家或行业标准的质量指标。卫生指标应符合 GB 13078 和 NY 5072 的规定。</p> <p>4.2 感官要求</p> <p>4.2.1 外观：色泽均匀，饲料颗粒大小一致，表面平整；无发霉，无变质结块，无杂物，无虫害。</p> <p>4.2.2 气味：具有饲料正常气味，无霉变、酸败、焦灼等异味。</p> <p>4.3 加工质量指标 加工质量指标应符合表 1 的规定。</p> <p>4.4 营养成分指标 主要营养成分指标应符合表 2 规定。</p> <p>4.5 卫生指标 卫生指标应符合 NY 5072 的规定。</p> <p>4.6 净含量 定量包装产品的净含量应符合《定量包装商品计量监督管理办法》的规定。</p>	<p>删除了 4.1 和 4.6。</p> <p>将 4.2 感官要求变更为 5.1 外观与性状。</p> <p>变更 4.3 为 5.2; 4.4 变更为 5.3。表 1 变更为表 2，表 2 变更为表 3。</p> <p>将 4.5 变更为 5.4，并替换 NY 5072 为 GB 13078。</p>	<p>文本结构更合理。</p> <p>与 NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范保持一致。</p> <p>按照 GB 13078 - 2017 饲料卫生标准要求，标准规定了饲料要求，控制好饲料各项指标，原料指标就不会超标。</p>

6	<p>5.2 加工质量指标 稚鱼配合饲料、幼鱼配合饲料、中鱼配合饲料、成鱼配合饲料混合均匀度（变异系数 CV）均$\leq 7.0\%$；水分均$\leq 11.0\%$；含粉率$\leq 0.5\%$（稚鱼碎粒饲料不作要求）；水中稳定性（溶失率，20min）均$\leq 10.0\%$（稚鱼碎粒饲料不作要求）。</p> <p>5.3 理化指标 粗蛋白质：稚鱼饲料 45.0~58.0%，幼鱼饲料 43.0~54.0%，中鱼饲料 40.0~53.0%，成鱼饲料 38.0~52.0%； 粗脂肪：稚鱼饲料$\geq 8.0\%$，幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料$\geq 10.0\%$； 粗灰分：稚鱼饲料$\leq 17.0\%$，幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料$\leq 16.0\%$； 粗纤维：稚鱼饲料、幼鱼饲料$\leq 3.0\%$，中鱼饲料、成鱼饲料$\leq 4.0\%$； 总磷：稚鱼饲料、幼鱼饲料 1.2~2.3%，中鱼饲料、成鱼饲料 1.0~2.1%； 赖氨酸：稚鱼饲料$\geq 3.0\%$，幼鱼饲料$\geq 2.8\%$，中鱼饲料$\geq 2.6\%$，成鱼饲料$\geq 2.4\%$； 赖氨酸/实测蛋白质：稚鱼饲料$\geq 6.0\%$，幼鱼饲料$\geq 5.5\%$，中鱼饲料、成鱼饲料$\geq 5.0\%$； 组胺：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料均≤ 500 mg/kg； 丙二醛：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料均≤ 9.0 mg/kg（以饲料所含粗脂肪为基础计）。</p>	<p>4.3 加工质量指标 稚鱼配合饲料、幼鱼配合饲料、中鱼配合饲料、成鱼配合饲料混合均匀度（变异系数 CV）均$\leq 7.0\%$；水中稳定性（溶失率）均$\leq 10.0\%$；颗粒粉化率均$\leq 1.0\%$。</p> <p>4.4 营养成分指标 粗蛋白质：稚鱼饲料$\geq 45.0\%$，幼鱼饲料$\geq 43.0\%$，中鱼饲料$\geq 40.0\%$，成鱼饲料$\geq 38.0\%$； 粗脂肪：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料$\geq 6.0\%$； 粗纤维：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料均$\leq 5.0\%$； 水分：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料均$\leq 12.0\%$； 粗灰分：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料$\leq 16.0\%$； 钙：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料$\leq 3.5\%$； 总磷：稚鱼饲料、幼鱼饲料、中鱼饲料、成鱼饲料均 1.0~1.6%； 赖氨酸：稚鱼饲料$\geq 2.5\%$，幼鱼饲料$\geq 2.3\%$，中鱼饲料$\geq 2.1\%$，成鱼饲料$\geq 1.9\%$。</p>	<p>变更“颗粒粉化率”为“含粉率”； 将水分由“营养成分指标”为“加工质量指标”，并将水分上限值更改为$\leq 11.0\%$； 更改不同阶段配合饲料粗蛋白质含量； 更改不同阶段配合饲料粗脂肪含量； 更改稚鱼配合饲料粗灰分含量； 更改不同阶段配合饲料粗纤维含量； 更改不同阶段配合饲料总磷含量范围； 删除钙指标； 更改了不同阶段配合饲料赖氨酸含量； 增加了赖氨酸/蛋白质指标； 增加了组胺指标； 增加了丙二醛指标。</p>	<p>删除粉化率指标更改为饲料含粉率指标； 符合 NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范； 满足石斑鱼配合饲料企业和石斑鱼营养需求要求； 根据市场检测结果，引导行业往低蛋白方向发展； 增加组胺和丙二醛等饲料安全性核心指标； 增加赖氨酸/实测蛋白质指标，保证高蛋白饲料下饲料中的赖氨酸含量。</p>
---	---	---	---	---

7	6 取样	6.1.2 采样方法	序号变化	单独列出为一章
8	<p>7 试验方法</p> <p>7.1 感官检验 取样适量，置于清洁、干燥的白瓷盘中，在正常光照、通风良好、无异味的的环境下，目测、鼻嗅进行检验。</p> <p>7.2 混合均匀度 按 GB/T 5918 规定执行。</p> <p>7.3 水分 按 GB/T 6435 或 GB/T 18868 规定执行，其中 GB/T 6435 为仲裁方法。</p> <p>7.4 含粉率 按 NY/T 4128—2022 中附录 A 规定执行。</p> <p>7.5 溶失率 按 NY/T 4128—2022 中附录 C 规定执行。</p> <p>7.6 粗蛋白质 按 GB/T 6432 或 GB/T 18868 规定执行，其中 GB/T 6432 为仲裁方法。</p> <p>7.7 粗脂肪 按 GB/T 6433 或 GB/T 18868 规定执行，其中 GB/T 6433 为仲裁方法。</p> <p>7.8 粗灰分 按 GB/T 6438 规定执行。</p> <p>7.9 粗纤维 按 GB/T 6434 或 GB/T 18868 规定执行，其中 GB/T 6434 为仲裁方法。</p> <p>7.10 总磷 按 GB/T 6437 规定执行。</p> <p>7.11 赖氨酸</p>	<p>5 试验方法</p> <p>5.1 感官检验 取 100g 样品放置在洁净白瓷托盘（25cm×30cm）内，在非直射日光、光线充足、无异味的环境中，通过正常的感官检验进行评定。</p> <p>5.2 水中稳定性（溶失率） 按 SC/T 1077-2004 中附录 A.2 的规定执行。</p> <p>5.3 混合均匀度的测定 按 GB/T 5918 的规定执行。</p> <p>5.4 粉化率的测定 按 GB/T 16765-1997 中 5.4.3 的规定执行（所用试验筛的筛孔尺寸为 0.425mm）。</p> <p>5.5 粗蛋白质的测定 按 GB/T 6432 的规定执行。</p> <p>5.6 粗脂肪的测定 按 GB/T 6433 的规定执行。</p> <p>5.7 粗纤维的测定 按 GB/T 6434 的规定执行。</p> <p>5.8 水分的测定 按 GB/T 6435 的规定执行。</p> <p>5.9 钙的测定 按 GB/T 6436 的规定执行。</p> <p>5.10 总磷的测定</p>	<p>新增加 6 个标准的引用；</p> <p>增加了水分和营养成分指标检测方法；</p> <p>原标准试验方法粉化率的测定更改为含粉率的测定；</p> <p>替换了水中稳定性（溶失率）的测定方法；</p> <p>替换了安全卫生指标的测定方法；</p> <p>删除了钙的测定和净含量的校验方法。</p>	<p>结合现行的标准法规，对饲料工业术语进行规范，参照了现行的饲料检测结果判定允许误差以及数值修约规则，并规范现有的饲料卫生标准和水中稳定性测定方法，新增赖氨酸/粗蛋白质、组胺和丙二醛指标的试验方法。</p> <p>增加 GB/T 18868 为水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、赖氨酸试验方法之一，并明确经典化学试验方法为仲裁法。</p> <p>由于实际生产中“含粉率”比“粉化率”更具有指导意义，故本标准变更“颗粒粉化率为饲料含粉率”。</p> <p>借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准，本标准水中稳定性（溶失率）的测定按“NY/T 4128 - 2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范”中附录 C 规定执行。</p> <p>借鉴现行的其他鱼类配合饲料的相关国家/行业标准，安全卫生指标均按照现行“GB 13078 饲料卫生标准”规定执行。</p> <p>本标准中钙指标不作规定，删</p>

	<p>按 GB/T 18246 规定执行。</p> <p>7.12 赖氨酸/粗蛋白质 按 SC/T 1074—2022 中附录 A 规定执行。</p> <p>7.13 组胺 按 GB/T 23884 规定执行。</p> <p>7.14 丙二醛（以饲料所含粗脂肪为基础计） 按 GB/T 19164—2021 中 6.15 规定执行。</p> <p>7.15 卫生指标 按 GB 13078 规定执行。</p>	<p>按 GB/T 6437 的规定执行。</p> <p>5.11 粗灰分的测定 按 GB/T 6438 的规定执行。</p> <p>5.12 氨基酸的测定 按 GB/T 18246 的规定执行。</p> <p>5.13 卫生指标的检验 按 NY5072 的规定执行。</p> <p>5.14 净含量的检验 按 JJF 1070 的规定执行。</p>		<p>除原标准中钙指标及钙的测定方法（GB/T 6436）。</p> <p>现有强制性国家标准“GB 10648 饲料标签”中对“净含量”进行了限定。本标准不再重复限定“净含量”，故删除原标准中净含量的校验方法（JJF 1070）。</p>
9	<p>8 检验规则</p> <p>8.1 组批 以相同的原料、相同的生产配方、相同的生产工艺和生产条件，连续生产或同一班次生产的同一规格产品为一批，每批产品不超过 120 t。</p> <p>8.2 出厂检验 出厂检验项目为：外观与性状、水分和粗蛋白质。</p> <p>8.3 型式检验 型式检验项目为第 5 章规定的所有项目；在正常生产情况下，每年至少进行一次型式检验。在有列情况之一时，亦应进行型式检验： a) 产品定型投产时； b) 生产工艺、配方或主要原料来源有较大改变，可能影响产品质量时； c) 停产 3 个月或以上，恢复生产时； d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较</p>	<p>6 检验规则</p> <p>6.1 组批与抽样规则 6.1.1 批的组成 在原料及生产条件基本相同的情况下，同一班组生产的产品为一个检验批。</p> <p>6.1.2 抽样方法 按 GB/T 14699.1 的规定执行。</p> <p>6.2 检验分类</p> <p>6.2.1 出厂检验 6.2.1.1 出厂检验项目：感官指标、水中稳定性、水分、粗蛋白质、包装、标签。</p> <p>6.2.1.2 出厂检验由生产企业的质检部门进行检验。</p> <p>6.2.1.3 判定：如检验中有一项指标不符合标准，应进行复检（微生物指标超标不得复检），复检有一项指标不合格者即判定为不合格产品，不合格产品不可出厂销售。</p> <p>6.2.2 型式检验 6.2.2.1 型式检验项目：型式检验应对产品质量、包装、标识、标签进行全面</p>	<p>序号由 6 改为 8；</p> <p>增加型式检验、判断规则、微生物指标不予复检。</p> <p>减少出厂检验项目；</p> <p>更改型式检验内容；</p> <p>增加各项目指标的极限数值判定；</p> <p>增加营养成份指标检验结果判定的允许误差。</p>	<p>型式检验内容相较目前有改进，所有技术指标均作为出厂检验项目，调研结果是生产厂家均不接收和不执行。</p> <p>各项目指标的极限数值判定按 GB/T 8170 中的全数值比较法执行。营养成份指标检验结果判定的允许误差按 GB/T 18823 的规定执行。</p> <p>若检验项目涉及两种试验方法，采用仲裁方法。结构更合理。</p>

	<p>大差异时; e)饲料行政管理部门提出检验要求时。</p> <p>8.4 判定规则</p> <p>8.4.1 所检项目全部合格,判定为该批次产品合格。</p> <p>8.4.2 检验结果中有任何指标不符合本文件规定时,可自同批次产品中重新加倍取样进行复检。若复检有一项结果不符合本文件规定,即判定该批次产品不合格。微生物指标不得复检。</p> <p>8.4.3 各项指标的极限数值判定按 GB/T 18170 中修约值比较法执行。</p> <p>8.4.4 理化指标、水分和卫生指标检验结果判定的允许误差按 GB/T 18823 规定执行,GB/T 18823 未规定的项目除外。</p>	<p>检查,检查项目为本标准技术指标中所有项目。</p> <p>6.2.2.2 型式检验周期:型式检验每六个月至少检验一次,但有下列情况之一时,必须进行型式检验。</p> <p>a) 新产品投产时;</p> <p>b) 正式生产后,原料、配方、工艺有较大改变,可能影响产品质量时;</p> <p>c) 正式生产后,工艺设备有较大改进时或主要设备进行大修时;</p> <p>d) 产品停产 3 个月以上,恢复生产时;</p> <p>e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大的差异时;</p> <p>f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。</p> <p>6.2.2.3 型式检验由生产企业质检部门或委托法定饲料质检机构进行。</p> <p>6.2.2.4 判定:型式检验中如有一项指标不符合标准,应重新取样进行复检(微生物指标超标不得复检),复检结果中有一项不合格者即判定为不合格。</p> <p>6.2.2.5 型式检验不合格,应停产,找出不合格原因,重新试生产后,再进行型式检验,全部技术指标经检验合格后,方可再正式生产和销售。</p> <p>6.3 生产企业检验合格的产品,由企业质检部门签发检验合格证,产品凭检验合格证方可出厂。</p> <p>6.4 检验与仲裁判定各项指标合格与否时,必须考虑分析允许误差,饲料检测结果判定的允许误差按 GB/T 18823 有关规定执行。</p>		
--	--	---	--	--

10	<p>9 标签、包装、运输、贮存和保质期</p> <p>9.1 标签 按 GB 10648 规定执行。</p> <p>9.2 包装 包装材料应清洁卫生、无毒、无污染，并具有防潮、防漏、抗拉等性能。</p> <p>9.3 运输 运输工具应清洁卫生，不得与有毒有害物质混装混运，运输中应防止曝晒、雨淋与破损。</p> <p>9.4 贮存 产品应贮存在通风、干燥处，防止日晒、雨淋、鼠害，不应与有害物品或其他有污染的物品混合贮存。</p> <p>9.5 保质期 未开启包装的产品，符合上述规定的包装、运输、贮存条件下，产品保质期与标签中标明的保质期一致。</p>	<p>7 标签、包装、运输和贮存</p> <p>7.1 标签 ——销售产品的标签按 GB 10648 规定执行； ——产品使用说明书的编写必须符合 GB 9969.1 规定，包装应随带产品说明书，以说明产品的主要技术指标和使用要求。</p> <p>7.2 包装 包装材料应具有防潮、防漏、抗拉性能；产品采用复合包装袋缝合包装，缝合应牢固，不得破损漏气；包装袋应清洁卫生、无污染。</p> <p>7.3 运输 产品运输时应注意防晒、防雨淋、防有毒物质污染；产品装卸时不能强烈摩擦、碰撞。</p> <p>7.4 贮存 产品应贮存在通风干燥阴凉的仓库内，防止受潮，防止虫害、鼠害，不得与有毒有害物质混合堆放。产品堆放时应加垫，不得直接与地面接触。</p> <p>7.5 保质期 在规定的贮存条件下，从生产之日起，原包装产品保质期为 75 天。</p>	<p>序号由 7 更改为 9 更改包装、运输、贮存与保质期描述。 9.1、9.2、9.3、9.4、9.5 变更</p>	<p>参考现行的《草鱼配合饲料》、《鲤鱼配合饲料》等标准描述。</p>
----	--	--	---	-------------------------------------

12. 预计经济效果

本标准在规范石斑鱼各阶段配合饲料粗蛋白含量的上下限及赖氨酸含量的同时，在水产饲料标准中引入“赖氨酸/实测蛋白 \geq 5.0%”指标，有效保证了石斑鱼各阶段的蛋白质及赖氨酸需求。既能防止饲料过量营养，导致浪费，不被利用的氮磷随粪便进入水体，进而污染水环境；又能防止因过低的饲料营养水平，使石斑鱼生长性能不足，生长缓慢，给渔民带来不必要的经济损失。此外，本标准中引入“组胺 \leq 500mg/kg”和“丙二醛 \leq 9.0mg/kg（以饲料所含粗脂肪为基础计）”指标，有效保证了石斑鱼配合饲料的新鲜度和产品品质，从而有效保障养殖效益和石斑鱼健康。

五、采用国际标准

未采用国际标准。

六、与现行法律法规和强制性标准的关系

本标准与我国现行的有关饲料和饲料添加剂的法律、法规均无冲突关系。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、标准作为强制性或推荐性标准的意见

标准的制定旨在规范石斑鱼配合饲料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，充分考虑现行市场石斑鱼配合饲料的市场特点（如养殖地区差异对饲料产品的需求不同）和发展趋势（低蛋白节约饲料资源、养殖环境磷排放要求等），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而继续完善，相关

指标、内容可根据国内外石斑鱼营养与配合饲料科学研究的进展、养殖模式的改进和市场的变化适时予以重新界定。

九、贯彻本标准的要求和措施的建议

1. 组织措施

大力做好本标准的宣贯工作，保证有关石斑鱼营养研究、配合饲料生产和使用的高校、科研院所、饲料生产企业、养殖公司等相关机构和人员熟悉、掌握本标准，并应用在石斑鱼配合饲料研究、生产和使用实际工作中。

2. 技术措施

(1) 把好产品质量关，石斑鱼配合饲料生产单位必须严格按照本标准生产经营。

(2) 定期对石斑鱼配合饲料产品进行质量检测，对生产单位进行质量标准化抽查，对不合格产品不得销售，不合格生产单位取消生产资格。

(3) 鼓励生产单位技术改造和技术更新，鼓励企业制定严于本标准的企业标准，为今后修订本标准做好技术准备。

十、废止现行标准的建议

建议本标准颁布实施起同时废止“GB/T 22919.6 - 2008《水产配合饲料第6部分：石斑鱼配合饲料》”。

十一、其他应予以说明的事项

无。

《石斑鱼配合饲料》标准编制小组

2022年9月

主要参考文献

1. Boonyarutpalin M., 1997. Nutritient requirements of marine food fish cultured Southeast Asia. *Aquaculture*, 151(3–4): 283–313.
2. Chen H.Y. Tsai J.C., 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semipurified diets. *Aquaculture*, 119: 265–271.
3. Chu J.-H., Sheen S.-S., 2016. Effects of dietary lipid levels on growth, survival and body fatty acid composition of grouper larvae, *Epinephelus coioides* and *Epinephelus lanceolatus*. *Journal of Marine Science and Technology*, 24(2): 25.
4. GB/T 22919.6—2008 水产配合饲料 第6部分: 石斑鱼配合饲料.
5. Jiang S.T., Wu X.Y., Li W.F., Wu M.J., Luo Y., Lu S.D., Lin H.R., 2015. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization, body and plasma biochemical compositions of hybrid grouper (*Epinephelus lanceolatus*♂×*Epinephelus fuscoguttatus*♀) juveniles. *Aquaculture*, 446: 148–155.
6. Jiang Y., Wang J., Han T., Li X., Hu S., 2014. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition by juvenile red spotted grouper (*Epinephelus akaara*). *Aquaculture International*, 23: 99–110.
7. Johnson E.G., Watanabe W.O., Ellis S.C., 2002. Effects of dietary lipid levels and energy: protein ratios on growth and feed utilization of juvenile Nassau grouper fed isonitrogenous diets at two

- temperatures. *North American Journal of Aquaculture*, 64(1): 47–54.
8. Le A.T. Williams K.C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 267: 129–138.
 9. Li S., Li Z., Chen N., Jin P., Zhang J., 2019. Dietary lipid and carbohydrate interactions: implications on growth performance, feed utilization and non-specific immunity in hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*♀×*E. lanceolatus*♂). *Aquaculture*, 498: 568–577.
 10. Li X., Wu X., Dong Y., Gao Y., Yao W., Zhou Z., 2019. Effects of dietary lysine levels on growth, feed utilization and related gene expression of juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*♀ × *Epinephelus lanceolatus*♂). *Aquaculture*, 502: 153–161.
 11. Lin Y.H., Shiau S.Y., 2002. Dietary lipid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, and effects on immune response. *Aquaculture*, 225: 243–250.
 12. Lin Y.H., Yeh C.C., 2022. Effects of dietary lipid levels on growth, lipid deposition, oxidative stress and hepatic morphological changes in giant grouper, *Epinephelus lanceolatus*. *Aquaculture Research*. 53: 2431–2438.
 13. Liu C.H., Shiu Y.L., Yeh S.P., Chiu S.T., 2014. Evaluation of dietary lipid requirement of juvenile giant grouper, *Epinephelus lanceolatus* (Bloch) by supplement with different levels of fish oil or soybean oil in fish meal basal diet. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 41: 89–103.

14. Lu S., Wu X., Gao Y., Gatlin D.M., Wu M., Yao W., Jin Z., Li X., Dong Y., 2018. Effects of dietary carbohydrate sources on growth, digestive enzyme activity, gene expression of hepatic GLUTs and key enzymes involved in glycolysis-gluconeogenesis of giant grouper *Epinephelus lanceolatus* larvae. *Aquaculture*, 484, 343–350.
15. Luo Z., Liu Y., Mai K., Tian L., Liu D., 2004. Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles cultured in floating net-cages and fed isoenergetic diets. *Aquaculture Nutrition*, 10: 247–252.
16. Luo Z., Liu Y., Mai K., Tian L., Liu D., Tan X., Lin H., 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating netcages. *Aquaculture International*, 13: 257–269.
17. Peng S.M., Zhang C.J., Gao Q.X., Shi Z.H., Chen C., Wang J.G., 2017. Growth performance and metabolic response of juvenile grouper *Epinephelus moara* (Temminck & Schlegel, 1842) fed low dietary protein and high lipid levels. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(4), 790–796.
18. Qiu J.H., 2009. Effects of the dietary protein level and energy-protein ratio on the growth of the juvenile *Centropristis striata*. *Journal of Gansu Agricultural University*, 44: 50–57.
19. Rahimnejad S., Bang I.C., Park J.Y., Sade A., Choi J., Lee S.M., 2015. Effects of dietary protein and lipid levels on growth

- performance, feed utilization and body composition of juvenile hybrid grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*. *Aquaculture*, 446: 283–289.
20. Shapawi R., Ebi I., Yong A.S.K., Ng W.K., 2014. Optimizing the growth performance of brown-marbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsk.) by varying the proportion of dietary protein and lipid levels. *Animal Feed Science and Technology*, 191(5): 98–105.
21. Shiau S.Y., Lan C.W., 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259–266.
22. Su H., Han T., Li X., Zheng P., Wang Y., Wang J., 2019. Dietary protein requirement of juvenile kelp grouper (*Epinephelus moara*). *Aquaculture Research*, 50(12): 3783–3792.
23. Teng S.K., Chua T.E., Lim P.E., 1978. Preliminary observation on the dietary protein requirement of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net-cages. *Aquaculture*, 15(3): 257–271.
24. Tuan L.A., Williams K.C., 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 267: 129–138.
25. Wang J., Jiang Y., Li X., Han T., Yang Y., Hu S., Yang M., 2016. Dietary protein requirement of juvenile red spotted grouper (*Epinephelus akaara*). *Aquaculture*, 450: 289–294.

26. Wang J.T., Han T., Li X.Y., Yang Y.X., Yang M., Hu S.X., Jiang Y.D., Harpaz S., 2017. Effects of dietary protein and lipid levels with different protein-to-energy ratios on growth performance, feed utilization and body composition of juvenile red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Aquaculture Nutrition*, 23(5): 994–1002.
27. Williams K.C., Irvin S., Barclay M., 2015. Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquaculture Nutrition*, 10: 125–134.
28. Xie R., Amenyogbe E., Chen G., Huang J., 2020. Effects of feed fat level on growth performance, body composition, and serum biochemical indices of the hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus polyphekadion*). *Aquaculture*, 530: 735813.
29. Yan X., Yang J., Dong X., Tan B., Zhang S., Chi S., Yang C., Liu H., Yang Y., 2021. Optimum protein requirement of juvenile orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Scientific Reports*, 11: 6230.
30. Ye C.X., Liu Y.J., Tian L.X., Mai K.S., Du Z.Y., Yang H.J., Niu J., 2006. Effect of dietary calcium and phosphorus on growth, feed efficiency, mineral content and body composition of juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 255(1-4): 263–271.
31. Yoshii K., Takakuwa F., Nguyen H.P., et al., 2010. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization of juvenile kelp grouper *Epinephelus bruneus*. *Fisheries Science*, 76(1): 139–145.
32. Zhou Q.C., Liu Y.J., Mai K.S., Tian L.X., 2004. Effect of dietary

- phosphorus levels on growth, body composition, muscle and bone mineral concentrations for orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* reared in floating cages. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35(4): 427–435.
33. 陈学豪, 林利民, 洪惠馨, 1995. 赤点石斑鱼人工配合饲料中蛋白质最适含量的研究. *台湾海峡*, 14(4): 407–412.
 34. 公绪鹏. 最适蛋白质和能量含量对云纹龙胆石斑鱼幼鱼的影响. 上海: 上海海洋大学硕士学位论文, 2017.
 35. 胡家财, 周立红, 洪惠馨, 1995. 青石斑鱼人工配合饲料中蛋白质适宜含量的研究. *厦门水产学院学报*, 17(2): 8–12.
 36. 姜宇栋. 赤点石斑鱼幼鱼主要营养素需要量的研究. 舟山: 浙江海洋大学硕士学位论文, 2016.
 37. 李建. 饲料中不同蛋白质和淀粉水平对斜带石斑鱼生长和生理的影响. 厦门: 集美大学硕士学位论文, 2014
 38. 林建斌, 李金秋, 朱庆国, 2008. 不同蛋白水平和不同能量蛋白比饲料对点带石斑鱼生长的影响. *上海水产大学学报*, 17(1): 88–92.
 39. 马平, 1996. 添加油脂影响石斑鱼幼鱼内脏脂肪蓄积的影响. *台湾海峡*, 15(S1): 55–57.
 40. 农业部渔业渔政管理局编. 中国渔业统计年鉴 2022. 北京: 中国农业出版社, 2022 年.
 41. 邱金海, 2009. 饲料蛋白水平和能蛋比对美洲黑石斑幼鱼生长的影响. *甘肃农业大学学报*, 44(4): 50–57.
 42. 阮成旭, 袁重桂, 2007. 点带石斑鱼人工配合饲料中蛋白质适宜

- 含量的研究. 福州大学学报(自然科学版), 35(2): 308–311.
43. 苏焕. 饲料蛋白质和脂肪水平对云纹石斑鱼幼鱼生长、体组成及饲料利用的影响. 舟山: 浙江海洋大学硕士学位论文, 2020.
44. 王庆奎, 陈成勋, 邢克智, 白东清, 赵尊鹏, 2010. 饲料中蛋白质、糖类、脂类对点带石斑鱼生长的影响. 饲料工业, 31(14): 7–10.
45. 谢瑞涛. 饲料脂肪与蛋白质对杂交石斑鱼(褐点石斑鱼♀×清水石斑鱼♂)生长及代谢的影响. 湛江: 广东海洋大学博士学位论文, 2021.
46. 杨俊江. 三个生长阶段斜带石斑鱼蛋白质、脂肪和碳水化合物需要量研究. 湛江: 广东海洋大学博士学位论文, 2013.
47. 张晨捷, 彭士明, 陈超, 高权新, 施兆鸿, 2016. 饲料蛋白和脂肪水平对云纹石斑鱼幼鱼免疫和抗氧化性能的影响. 海洋渔业, 38(6): 634–644.
48. 张廷廷, 陈超, 邵彦翔, 李炎璐, 于欢欢, 彭士明, 杨传军, 2016. 云纹石斑鱼幼鱼对高能低氮饲料的适应性. 动物营养学报, 28(9): 2977–2986.
49. 赵书燕, 林黑着, 黄忠, 周传朋, 王珺, 王芸, 戚常乐, 2017. 不同蛋白水平对2种规格石斑鱼生长性能、血清生化及肌肉品质的影响. 南方水产科学, 13(4): 87–96.
50. 周立红, 胡家才, 陈学豪, 1995. 青石斑人工配合饵料中脂肪适宜含量的研究. 厦门水产学院学报, 17(2): 13–17.

附件:

附件一: 石斑鱼配合饲料样本质量检测数据

附件二: 石斑鱼配合饲料标准制定的试验研究数据

附件一：石斑鱼配合饲料样本质量检测数据

附表 1 石斑鱼稚鱼配合饲料加工质量指标和理化指标测定结果

单位为百分比

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
1	9.04	8.7	54.87	10.08	12.1	1.4	1.93	1.42	3.98	7.25	239	2.76
2	5.96	5.1	51.64	12.38	13.6	1.6	2.04	1.20	3.41	6.60	185	3.63
3	4.38	7.5	54.10	10.42	14.3	0.6	1.99	1.36	3.76	6.95	348	4.14
4	—	7.1	51.08	12.06	13.2	1.4	1.84	1.26	3.54	6.93	328	5.7
5	2.94	6.3	56.5	11.14	12.6	0.4	1.83	1.39	4.25	7.52	408	8.50
6	—	8.1	58.41	11.86	12.2	1.0	1.86	1.34	4.01	6.87	481	4.27
7	—	7.3	57.47	9.72	16.2	0.6	2.52	1.29	3.64	6.33	279	3.58
8	4.07	4.7	52.85	10.08	13.4	3.4	2.00	1.09	3.46	6.55	172	3.91
9	3.99	6.8	50.98	11.12	12.2	2.7	1.94	0.99	3.29	6.45	158	3.16
10	4.08	7.3	50.93	11.51	14.6	1.7	1.96	1.02	3.16	6.20	294	3.37
11	4.61	8.4	51.66	13.15	14.4	0.5	2.28	1.40	3.80	7.36	552	4.19
12	7.28	9.0	57.47	7.32	16.3	0.7	2.09	1.35	4.10	7.13	117	8.64
13	4.79	9.4	51.18	10.48	12.6	0.8	2.00	1.23	3.51	6.86	233	4.26
原标准指	≤10.0	≤12.0	≥45.0	≥6.0	≤16.0	≤5.0	1.0~1.6	—	≥2.5	—	—	—

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
标, %												
原标准达标 率, %	100	100	100.0	100	84.6	100.0	0.0	—	100.0	—	—	—
修订标准指 标, %	≤10.0	≤11.0	45.0~58.0	≥8.0	≤17.0	≤3.0	1.2~2.3	—	≥3.0	≥6.0	≤500	≤9.0
修订标准达 标率, %	100.0	100.0	92.3	92.3	100.0	92.3	92.3	—	100.0	100.0	92.3	100.0

附表2 石斑鱼幼鱼配合饲料加工质量指标和主要营养成分测定结果

单位为百分比

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
1	3.98	8.2	50.66	12.52	13.8	1.1	1.88	1.12	3.40	6.71	352	6.18
2	4.43	7.2	50.97	13.48	13.2	1.1	1.88	1.21	3.61	7.08	462	4.20
3	—	9.4	47.73	15.03	12.6	1.2	1.81	1.16	3.24	6.79	293	1.30
4	3.60	9.2	50.23	10.48	11.8	1.1	1.96	1.20	3.54	7.05	335	5.46
5	6.99	7.2	50.70	12.00	13.0	1.0	1.96	1.19	3.41	6.73	282	1.60
6	3.79	7.7	51.66	12.82	14.4	1.4	2.20	1.24	3.65	7.07	379	5.06
7	3.58	7.0	53.31	13.06	14.2	1.3	2.20	1.30	3.71	6.96	285	7.14
8	5.29	8.4	49.90	13.86	12.9	0.8	1.62	1.11	3.45	6.91	862	2.91
9	1.95	8.6	49.50	13.76	12.7	0.9	1.79	1.13	3.36	6.79	404	6.26
10	4.22	7.7	49.90	10.56	12.3	2.5	1.79	1.00	3.20	6.41	116	6.47
11	4.72	6.4	50.52	10.85	12.6	2.2	1.90	0.99	3.26	6.45	136	7.01
12	5.14	6.7	48.98	11.83	12.6	2.2	1.85	0.94	3.16	6.45	209	6.11
13	3.13	7.8	51.26	11.40	13.4	0.8	1.67	1.05	3.49	6.81	484	11.50
14	—	6.5	51.17	10.46	12.5	2.4	2.00	1.06	3.12	6.10	160	3.29
15	3.95	8.0	50.72	11.03	12.2	2.5	1.92	0.98	3.24	6.39	161	3.43
16	3.45	7.4	49.08	11.18	12.2	2.2	1.95	0.97	3.20	6.52	144	3.34

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
17	1.97	7.1	50.38	12.90	11.4	0.4	1.62	1.13	3.50	6.95	272	4.19
18	3.05	4.5	51.26	12.12	14.2	1.9	2.12	0.92	3.24	6.32	106	3.45
19	—	6.5	50.20	11.76	14.0	1.8	2.13	1.02	3.18	6.33	95.5	4.74
20	4.58	9.8	49.34	12.92	11.1	1.5	1.88	1.40	3.80	7.70	286	1.21
21	4.08	7.3	52.14	12.75	12.4	1.5	1.66	1.29	3.80	7.29	33.8	2.20
22	4.25	7.7	53.03	13.32	12.5	1.3	1.67	1.52	3.71	7.00	55.1	2.35
23	6.79	6.2	54.62	11.68	16.5	0.9	1.70	1.30	3.95	7.23	211	2.60
24	4.62	9.2	52.37	9.59	13.2	0.6	1.99	1.23	3.35	6.40	262	3.16
25	—	8.8	48.60	13.62	12.1	1.2	1.53	1.05	3.07	6.32	79.5	3.87
26	5.22	8.0	50.03	12.42	14.0	0.8	2.04	1.28	3.37	6.74	158	2.71
27	4.34	7.0	49.63	12.56	15.16	1.2	1.92	0.99	2.93	5.90	154	1.72
原标准指 标, %	≤10.0	≤12.0	≥43.0	≥6.0	≤16.0	≤5.0	1.0~1.6	—	≥2.3	—	—	—
原标准达 标率, %	100.0	100.0	100.0	100.0	96.3	100.0	3.7	—	100.0	—	—	—
修订标准指 标, %	≤10.0	≤11.0	43.0~54.0	≥10.0	≤16.0	≤3.0	1.2~2.3	—	≥2.8	≥5.5	≤500	≤9.0
修订标准达 标率, %	100.0	100.0	96.3	96.3	96.3	100.0	89.5	—	100.0	100.0	96.3	96.3

附表3 石斑鱼中鱼配合饲料加工质量指标和主要营养成分测定结果

单位为百分比

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
1	2.74	8.8	49.96	12.62	13.4	1.2	1.89	1.15	3.43	6.87	453	4.66
2	4.27	8.7	48.48	9.16	13.2	1.1	1.79	0.95	3.39	6.99	195	6.10
3	—	8.8	48.46	12.48	13.4	1.0	1.82	1.18	3.19	6.58	98.4	1.37
4	—	8.6	51.78	12.94	13.5	1.1	1.88	1.21	3.60	6.95	273	4.27
5	3.14	8.9	50.52	10.70	12.7	1.0	1.96	1.17	3.51	6.95	230	5.17
6	2.85	8.7	50.4	11.12	12.8	0.9	1.98	1.19	3.53	7.00	203	3.95
7	5.8	8.8	50.54	10.42	12.4	1.2	1.86	1.16	3.28	6.49	121	1.09
8	5.36	8.5	50.7	12.60	11.5	1.2	1.83	1.23	3.41	6.73	173	3.16
9	4.14	7.3	50.74	11.64	11.7	1.5	1.92	1.10	3.38	6.66	185	2.27
10	4.83	6.0	48.1	14.62	16.1	1.1	2.35	0.93	2.83	5.88	222	2.71
11	5.67	5.3	49.63	15.20	14.7	1.0	2.08	0.95	3.00	6.04	270	2.69
12	5.11	8.8	47.8	13.18	12.4	1.1	1.71	1.10	3.27	6.84	321	6.04
13	4.76	6.2	45.68	13.40	11.2	1.8	1.57	0.92	2.53	5.54	142	3.10
14	4.13	5.5	51.28	11.52	12.5	2.5	1.83	1.08	3.21	6.26	276	6.10
15	3.67	5.2	50.87	11.32	12.4	2.4	1.84	1.04	3.24	6.37	166	7.67
16	3.63	5.2	46.7	11.54	12.7	2.6	1.82	0.91	2.98	6.38	118	5.08

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
17	2.57	9.2	51.52	11.24	12.3	0.6	1.64	1.14	3.61	7.01	166	13.20
18	4.69	8.5	50.93	11.64	12.8	1.0	1.95	1.13	3.49	6.85	522	7.55
19	3.23	8.6	50.44	12.18	13.0	1.3	1.93	1.11	3.42	6.78	389	3.66
20	3.18	8.0	50.10	10.86	12.4	2.1	2.05	0.97	3.11	6.21	111	3.16
21	2.99	6.6	49.34	10.48	12.6	3.0	2.00	1.00	3.29	6.67	139	3.77
22	2.95	6.6	51.34	11.58	14.6	1.8	2.01	1.05	3.31	6.45	162	4.24
23	2.53	6.4	49.95	11.56	13.9	2.0	2.06	0.95	3.06	6.13	232	3.92
24	3.11	7.4	52.44	11.48	12.6	2.2	1.91	1.15	3.51	6.69	107	5.77
25	1.94	6.9	50.48	11.78	12.3	1.3	2.03	1.10	3.20	6.34	205	3.53
26	2.17	5.0	51.62	15.90	14.3	0.9	2.01	1.30	3.90	7.56	666	4.48
27	3.9	7.5	50.18	11.82	13.2	2.7	2.06	1.02	3.37	6.72	34.3	3.94
28	3.6	6.2	54.34	12.79	14.6	1.4	2.05	1.14	3.54	6.51	586	6.47
29	—	7.5	49.78	13.16	11.3	1.6	1.90	1.32	3.59	7.21	98.3	1.70
30	5.17	8.2	52.70	13.41	13.1	0.9	1.95	1.38	3.72	7.06	247	2.93
31	4.92	8.2	45.46	12.06	12.6	1.0	0.75	1.19	2.81	6.18	460	1.03
32	4.35	6.8	47.82	15.76	15.7	0.5	1.22	0.93	3.33	6.96	54.1	1.85
33	3.55	9.2	49.16	12.49	14.1	1.0	0.92	0.99	2.99	6.08	196	2.32
34	3.6	8.4	50.41	10.74	12.7	1.2	1.87	1.19	3.54	7.02	171	3.38

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
35	4.75	8.5	50.29	10.66	13.88	1.0	2	1.19	3.31	6.58	154	1.70
36	4.01	6.6	52.15	11.96	12.42	1.5	1.77	1.18	3.47	6.65	344	4.97
37	2.85	10.3	48.03	9.67	11.78	0.9	1.81	1.21	3.23	6.72	191	1.90
38	6.4	6.0	47.25	17.68	14.38	0.4	2.28	1.05	3.58	7.58	78.6	2.57
原标准指 标, %	≤10.0	≤12.0	≥40.0	≥6.0	≤16.0	≤5.0	1.0~1.6	—	≥2.1	—	—	—
原标准达 标率, %	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	100.0	7.9	—	100.0	—	—	—
修订标准指 标, %	≤10.0	≤11.0	40.0~53.0	≥10.0	≤16.0	≤4.0	1.0~2.1	—	≥2.6	≥5.0	≤500	≤9.0
修订标准达 标率, %	100.0	100.0	97.4	94.7	97.1	100.0	89.5	—	97.4	100.0	92.1	97.4

附表4 石斑鱼成鱼配合饲料加工质量指标和主要营养成分测定结果

单位为百分比

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
1	4.51	8.5	50.92	11.36	12.3	0.9	1.99	1.21	3.62	7.11	233	3.72
2	3.38	9.4	50.71	9.46	12.4	1.0	1.89	1.16	3.42	6.74	133	4.62
3	4.48	9.5	50.53	10.65	12.8	0.8	1.98	1.17	3.53	6.99	213	4.78
4	5.33	8.9	49.05	9.68	11.9	1.0	1.75	1.12	3.22	6.56	118	1.48
5	0.29	4.3	51.18	13.80	12.9	1.4	1.85	1.33	3.52	6.88	95.8	0.96
6	2.41	7.9	48.22	13.73	11.1	1.7	1.76	1.26	3.07	6.37	59.1	0.79
7	3.39	9.3	51.19	12.66	14.6	1.4	2.09	1.08	3.36	6.56	89.7	4.68
8	6.43	8.8	49.16	14.61	10.5	1.4	1.39	1.10	3.22	6.55	171	1.72
9	2.86	9.4	48.32	12.45	13.0	1.3	2.16	1.17	3.00	6.21	541	3.56
10	5.76	9.4	50.5	13.66	13.4	1.3	1.90	1.24	3.37	6.67	256	3.75
11	4.98	6.8	51.6	13.58	13.0	1.3	2.00	1.18	3.41	6.61	207	3.62
12	3.48	5.7	50.38	13.59	12.7	1.4	1.80	1.16	3.30	6.55	160	1.74
13	4.17	6.5	49.70	13.62	13.8	1.5	1.75	1.27	3.44	6.92	151	1.83
14	2.01	4.4	52.44	13.74	13.5	1.1	1.89	1.40	3.70	7.06	171	2.28
15	2.72	4.0	50.8	13.82	14.5	1.4	1.87	1.30	3.51	6.91	176	1.62
16	1.92	5.7	47.94	13.26	11.5	1.7	1.72	1.19	3.18	6.63	117	2.38

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
17	0.73	6.8	50.54	14.07	12	1.2	1.82	1.29	3.45	6.83	112	2.95
18	4.20	9.3	45.85	13.28	13.1	1.6	1.80	0.74	2.50	5.45	172	3.36
19	3.74	10.9	46.72	13.73	13.3	1.6	1.81	0.82	2.73	5.84	337	5.87
20	4.33	10.4	45.92	12.70	13.1	2.0	1.54	0.89	2.65	5.77	230	3.64
21	3.46	9.3	45.34	13.40	12.9	1.7	1.72	0.84	2.59	5.71	262	3.90
22	2.90	8.5	47.66	14.25	13.7	1.4	1.89	0.99	2.96	6.21	307	4.21
23	2.62	8.9	46.58	15.16	13.2	1.2	1.84	0.96	2.84	6.10	292	4.39
24	2.99	7.8	51.34	11.32	13.3	0.9	1.73	1.24	3.62	7.05	442	5.77
25	3.11	5.4	51.69	10.30	12.9	2.3	1.90	1.05	3.36	6.50	123	5.27
26	2.61	7.2	50.58	10.14	13.1	2.6	1.91	1.05	3.27	6.47	402	5.75
27	2.63	7.7	50.04	10.74	11.9	2.7	1.80	1.01	3.26	6.51	84.1	6.13
28	3.71	6.7	49.90	12.28	11.5	2.4	1.64	1.02	3.07	6.15	247	5.24
29	2.04	7.8	50.66	10.71	10.8	2.1	1.57	1.01	3.14	6.20	301	6.01
30	3.20	5.8	49.88	12.42	12.0	2.2	1.88	0.95	3.20	6.42	131	8.65
31	3.25	6.4	49.26	12.00	12.3	2.2	1.83	0.96	3.11	6.31	151	8.85
32	3.14	6.7	50.23	11.21	12.3	2.0	1.88	0.97	3.27	6.51	179	9.14
33	4.06	8.8	47.87	12.81	12.4	0.9	1.81	1.07	3.32	6.94	316	4.63
34	2.16	8.3	49.50	13.26	12.3	1.2	1.83	1.12	3.38	6.83	417	3.05

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
35	2.31	6.6	51.54	10.63	12.7	2.1	2.06	0.98	3.13	6.07	133	3.56
36	2.33	6.0	50.24	10.38	12.6	2.7	1.98	0.94	3.23	6.43	183	3.34
37	1.51	9.2	47.98	11.66	11.3	0.5	1.69	1.14	3.41	7.11	176	4.53
38	2.22	8.0	49.43	11.54	13.8	1.7	1.92	1.02	3.14	6.35	284	3.64
39	2.14	6.7	50.30	11.32	14.2	2.2	2.10	0.95	3.01	5.98	173	2.87
40	1.20	7.7	51.12	10.23	13.4	2.0	1.86	0.99	3.05	5.97	115	4.65
41	2.46	5.7	50.97	11.50	12.1	2.8	1.92	1.08	3.27	6.42	105	5.67
42	1.85	7.8	50.94	10.68	13.1	2.0	1.95	1.02	3.21	6.30	137	6.18
43	1.36	7.5	51.98	11.22	12.7	2.2	1.95	1.09	3.39	6.52	68.6	6.77
44	1.83	5.9	52.50	9.64	12.5	2.2	1.81	1.06	3.35	6.38	64.9	9.10
45	2.21	6.2	51.38	12.01	12.3	2.2	1.75	1.06	3.32	6.46	85.6	6.89
46	6.19	8.4	50.24	10.79	12.4	0.9	1.70	1.10	3.40	6.77	1050	0.97
47	2.68	7.2	52.46	9.94	12.9	1.4	2.08	1.20	3.80	7.24	191	4.43
48	4.79	8.8	49.64	10.62	11.6	1.0	1.82	1.10	3.40	6.85	357	0.96
49	4.56	9.4	49.74	10.98	11.5	1.1	1.81	1.10	3.40	6.84	246	1.00
50	3.15	7.5	48.99	12.04	13.6	1.4	1.93	1.00	3.00	6.12	830	2.69
51	2.66	7.0	52.63	9.90	12.8	1.2	2.11	1.20	3.60	6.84	255	4.39
52	6.40	7.4	47.60	16.04	14.9	0.9	2.41	1.00	3.50	7.35	211	1.67

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
53	4.65	7.6	49.65	12.72	13.1	2.2	1.91	1.00	3.20	6.45	27.4	2.49
54	3.63	3.8	49.98	12.56	13.3	1.7	2.02	1.17	3.40	6.80	132	3.25
55	1.35	5.9	45.96	15.23	12.5	1.2	1.83	0.85	2.79	6.07	309	1.97
56	5.76	7.7	46.68	16.64	15.9	0.6	2.31	1.01	3.30	7.07	257	2.16
57	5.31	6.2	50.05	14.68	12.0	0.9	1.81	1.28	3.44	6.87	126	3.73
58	5.21	7.8	49.90	12.13	12.2	0.5	1.72	1.10	3.08	6.17	149	1.72
59	—	8.1	48.24	12.58	13.2	1.2	1.93	0.88	2.74	5.68	115	1.94
60	—	8.4	47.20	9.40	15.5	1.3	1.85	0.90	3.00	6.36	138	4.83
61	3.15	8.3	49.36	11.66	11.8	0.7	1.79	1.11	3.07	6.22	116	2.73
62	5.59	7.7	51.16	11.04	13.9	1.0	1.82	1.08	3.33	6.51	850	4.00
63	5.08	8.7	49.60	13.40	12.0	1.2	1.88	1.25	3.49	7.04	80.9	3.00
64	3.01	7.0	50.75	14.35	11.3	1.2	1.95	1.34	3.58	7.05	83.5	2.12
65	4.34	8.0	47.16	12.24	12.9	2.8	1.09	0.89	3.01	6.38	21.9	16.50
66	5.13	8.6	46.50	12.59	13.1	1.1	1.02	0.94	3.17	6.82	99.3	2.81
67	4.91	7.1	44.78	13.06	14.6	1.0	0.83	0.82	2.44	5.45	42.3	2.19
68	4.27	6.7	47.35	16.70	13	0.5	1.06	0.99	3.36	7.10	71.7	2.18
69	3.08	8.9	46.58	12.94	11.6	1.1	0.97	0.94	2.74	5.88	29.5	4.07
70	5.43	8.7	48.54	11.40	11.6	0.7	0.90	1.17	3.21	6.61	413	1.33

样品号	溶失率 %	水分 %	粗蛋白 %	粗脂肪 %	粗灰分 %	粗纤维 %	总磷 %	蛋氨酸 %	赖氨酸 %	赖氨酸/粗 蛋白质	组胺 mg/kg	丙二醛 mg/kg
71	5.30	7.3	50.65	11.94	11.99	1.0	1.71	1.11	3.61	7.13	165	3.29
72	1.95	7.7	49.34	12.57	13.20	1.3	1.67	1.14	3.42	6.93	39.1	1.94
73	3.39	7.5	50.29	12.74	13.58	1.3	2.08	1.07	3.46	6.88	250	1.36
74	3.52	9.2	48.22	12.44	12.11	1.0	1.89	1.12	3.32	6.89	106	2.16
75	4.46	7.7	51.38	13.02	12.16	1.2	1.95	1.22	3.73	7.26	84.8	2.46
76	7.05	6.4	49.46	14.01	13.40	1.2	1.68	1.15	3.56	7.20	575	3.58
77	3.97	7.9	49.46	13.60	10.50	1.6	1.75	1.27	3.54	7.16	64.3	2.82
原标准指 标, %	≤10.0	≤12.0	≥38.0	≥6.0	≤16.0	≤5.0	1.0~1.6	—	≥1.9	—	—	—
原标准达标 率, %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	10.4	—	100.0	—	—	—
修订标准指 标, %	≤10.0	≤11.0	38.0~52.0	≥10.0	≤16.0	≤4.0	1.0~2.1	—	≥2.4	≥5.0	≤500	≤9.0
修订标准达 标率, %	100.0	100.0	94.8	92.2	100.0	100.0	90.9	—	100.0	100.0	93.5	96.1

附表5 石斑鱼配合饲料混合均匀度测定结果

单位为百分比

样品号	实测变异系数%	标准变异系数%
1	4.25	≤7
2	4.46	≤7
3	4.64	≤7
4	4.75	≤7
5	3.15	≤7
6	3.92	≤7
7	2.08	≤7
8	4.13	≤7
9	2.90	≤7
10	4.39	≤7
11	2.29	≤7
12	4.95	≤7
13	5.15	≤7
14	1.78	≤7
15	4.06	≤7
16	1.69	≤7
17	3.69	≤7
18	2.37	≤7
19	4.81	≤7
20	2.71	≤7
21	3.33	≤7
22	2.06	≤7
23	0.53	≤7
24	0.86	≤7
25	0.54	≤7
原标准指标, %		≤7.0
原标准达标率, %		100.0
修订标准指标, %		≤7.0
修订标准达标率, %		100.0

附表 6 石斑鱼配合饲料含粉率测定结果

单位为百分比 (%)

样品号	含粉率, %
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0.040
6	0.060
7	0.060
8	0.060
9	0.060
10	0.065
11	0.075
12	0.100
13	0.100
14	0.105
15	0.125
16	0.140
17	0.155
18	0.170
19	0.275
原标准指标, %	—
原标准达标率, %	—
修订标准指标, %	≤0.5
修订标准达标率, %	100.0

附件二：石斑鱼配合饲料标准制定的试验研究数据

附录 1. 饲料组胺对石斑鱼幼鱼生长性能和胃肠道结构的影响

附录 2. 饲料丙二醛对石斑鱼幼鱼生长性能和胃肠道结构的影响

附录 3. 石斑鱼、巴沙鱼配合饲料存储过程中组胺、丙二醛含量的变化

附录 1

饲料组胺对珍珠龙胆石斑鱼生长性能和胃肠道结构的影响

组胺是由组氨酸脱羧酶脱羧后的 L-组氨酸衍生而来, 鱼粉中的组胺含量取决于鱼的种类以及细菌腐败的程度。因此, 组胺是评价鱼粉新鲜度的重要指标。饲料中组胺含量达到一定水平时, 会影响部分水生动物的生长, 也会对胃和肠道的结构造成一定损伤。珍珠龙胆石斑鱼 (*Epinephelus fuscoguttatus*♀ × *E.lanceolatu*♂) 因其生长快、抗病能力强等优点在东南亚和东南沿海被大量养殖。因珍珠龙胆石斑鱼的养殖地区大多处在热带以及亚热带, 饲料在高温、高湿度的环境下易发生氧化, 易造成饲料中组胺含量过高。本实验在此基础上评估饲料中不同组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼生长性能、胃和肠道结构的影响, 为珍珠龙胆石斑鱼饲料中组胺的安全含量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验饲料

以白鱼粉、大豆浓缩蛋白和豆粕为主要蛋白源, 大豆油和大豆卵磷脂为主要脂肪源, 配制基础饲料 (粗蛋白质 50%, 粗脂肪 11%)。以组胺二盐酸 ($C_5H_9N_3 \cdot 2HCl$, 组胺含量 59.17%, 麦克林公司产品) 为组胺原料, 在基础饲料中分别添加 30 mg/kg、60 mg/kg、120 mg/kg、240 mg/kg、480 mg/kg 和 960 mg/kg 共 6 个剂量组胺试验饲料, 分别命名为 H3、H6、H12、H24、H48 和 H96 组, 以基础饲料为对照组 H0, 共 7 个试验组。所有原料粉碎后过孔径 600 μm 筛, 按照配方准确称取, 通过逐步延伸混合法逐级混合均匀, 然后缓慢加入所配饲料质量 25~30% 水, 混匀。用 F-26 型双螺杆挤条机加工成粒径为 2.5 mm 的颗粒饲料, 室温条件下避光风干, 用封口袋分装储存在 -20°C 冰箱备用。试验饲料成分及营养水平见表 1。

1.2 试验鱼养殖

试验用珍珠龙胆石斑鱼 (♀ *Epinephelus fuscoguttatus* × ♂ *E.lanceolatu*) 为湛江某商业育苗场健康且大小相近的鱼苗。经高锰酸钾消毒后在 0.3L 的玻璃钢养殖桶内进行养殖。试验鱼暂养一周后, 挑选大小相似的幼鱼 630 尾 (约 14.77g), 随机放入 21 个 0.3m³ 玻璃钢养殖桶, 每桶 30 尾, 使用流水养殖。每天 8:00 和 17:00 投喂试验鱼。共养殖 56 天, 养殖期间水温保持在 28-30 °C, 溶解氧保持在 6 mg/L 左右。

表 1 饲料组成及营养水平

原料 (%)	H0	H30	H60	H120	H240	H480	H960
白鱼粉	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
大豆浓缩蛋白	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
豆粕	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
面粉	17.91	17.91	17.91	17.91	17.91	17.91	17.91
大豆油	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
大豆卵磷脂	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
磷酸二氢钙	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
氯化胆碱	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
维生素 C	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
预混料	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
二盐酸组胺(mg/kg)	0.00	50.70	101.39	202.78	405.56	811.13	1622.25
微晶纤维素(mg/kg)	1622.25	1571.55	1520.86	1419.47	1216.69	811.12	0.00
营养成分							
水分	7.66	7.89	7.44	7.62	7.79	7.49	7.64
粗蛋白质	49.50	50.37	49.66	49.18	49.69	50.11	50.05
粗脂肪	11.32	11.31	11.29	11.28	11.28	11.28	11.34
粗灰分	16.55	16.23	16.40	16.56	16.43	16.61	16.00
组胺(mg/kg)	72.34	77.95	138.29	225.16	404.51	660.47	1245.13

1.3 样品采集与分析

试验 8 周后，实验鱼禁食 24h。分别统计各实验组和对照组鱼的数量和体重，以及投喂饲料总量，计算增重率、特定生长率、存活率和饲料系数：

增重率 (WG, %) = $100 \times (\text{终末体重} - \text{初始体重}) / (\text{初始体重})$ ；

特定生长率 (SGR, %/d) = $100 \times (\ln \text{终末体重} - \ln \text{初始体重}) / \text{试验期}$ ；

存活率 (SR, %) = $100 \times (\text{终末鱼数}) / (\text{初始鱼数})$ ；

饲料系数 (FCR) = $\text{饲料摄入量} / (\text{终末总重} - \text{初始总重})$ 。

每个桶随机取 4 尾鱼，2 尾保存在 -20 °C 用于体成分分析；2 尾在相同位置取出胃、前肠和后肠，后肠和胃置于 2.5% 戊二醛固定液中用于制作透射电镜和扫描电镜，观察胃粘膜和肠道黏膜表面损伤情况。前肠样品按 1:9 (w/v) 的比例准确称量样品和生理盐水。在 4 °C 下离心后，收集上清液。前肠的 α -淀粉酶、脂肪酶、胰蛋白酶活性均按照试剂盒的方法，使用试剂盒（南京建成生物工程研究所）进行测定。

使用 AOAC 标准方法检测配方饲料成分和鱼体成分。样品水分测定采用 105°C 的烘箱干燥样品至质量恒定。采用凯氏定氮仪 (FOSS KT8400) 测定蛋白含量。在 550°C 的马弗炉中灼烧 2 g 样品 4 h, 测定灰分含量。使用脂肪测定仪 (ANKOM XT15) 测定粗脂肪含量。

1.4 数据统计

试验结果以“平均值±标准误”(mean ± SEM)表示,采用 SPSS 21.0 软件进行单因素方差分析和 Turkey 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异。

2. 试验结果

2.1 珍珠龙胆石斑鱼生长、饲料利用率和存活率

各组试验鱼的生长数据如表 2 所示。由表可知,各组间的 SGR、SR 和 FCR 无显著性差异 ($P > 0.05$)。试验结果表明在本试验条件下,不同饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼的生长造成的影响不明显。

表 2 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼生长性能的影响

组别	初始体重 (g)	终末体重 (g)	增重率 (%)	特定生长率 (%/d)	饲料系数	存活率 (%)
H0	14.77 ± 0.01	116.39 ± 0.25	86.83 ± 2.89	3.62 ± 0.01	0.86 ± 0.01	96.67 ± 0.00
H3	14.81 ± 0.01	114.98 ± 1.09	691.41 ± 10.08	3.63 ± 0.03	0.83 ± 0.00	97.78 ± 1.11
H6	14.76 ± 0.01	115.35 ± 0.12	672.76 ± 8.18	3.59 ± 0.02	0.85 ± 0.01	96.67 ± 3.33
H12	14.81 ± 0.00	115.21 ± 3.03	672.99 ± 14.02	3.59 ± 0.03	0.88 ± 0.00	93.33 ± 1.93
H24	14.76 ± 0.05	115.58 ± 3.88	671.21 ± 11.89	3.59 ± 0.02	0.88 ± 0.01	91.11 ± 2.94
H48	14.76 ± 0.01	114.42 ± 0.69	675.19 ± 5.23	3.57 ± 0.01	0.86 ± 0.03	90.00 ± 3.33
H96	14.77 ± 0.01	113.92 ± 1.05	662.24 ± 10.46	3.56 ± 0.02	0.86 ± 0.01	90.00 ± 3.33

注:数值以平均值±标准差表示。同一列内不同上标字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.2 全鱼体常规成分

如表 3 所示,各组间的珍珠龙胆石斑鱼鱼体的水分、粗蛋白质、粗脂肪和粗灰分没有显著差异 ($P > 0.05$)。

表 3 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼全鱼常规成分的影响

组别	水分 (%)	粗蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)
H0	72.01 ± 0.50	16.14 ± 0.33	7.68 ± 0.17	4.50 ± 0.01
H3	71.59 ± 0.17	16.76 ± 0.12	7.59 ± 0.19	4.61 ± 0.04
H6	71.43 ± 0.34	16.68 ± 0.31	7.60 ± 0.13	4.52 ± 0.02
H12	72.02 ± 0.30	16.43 ± 0.30	7.53 ± 0.02	4.60 ± 0.06

H24	71.54 ± 0.45	16.15 ± 0.55	7.62 ± 0.12	4.51 ± 0.02
H48	71.49 ± 0.30	16.30 ± 0.20	7.78 ± 0.04	4.61 ± 0.05
H96	71.65 ± 0.58	16.34 ± 0.40	7.61 ± 0.25	4.58 ± 0.06

2.3 肠道消化酶

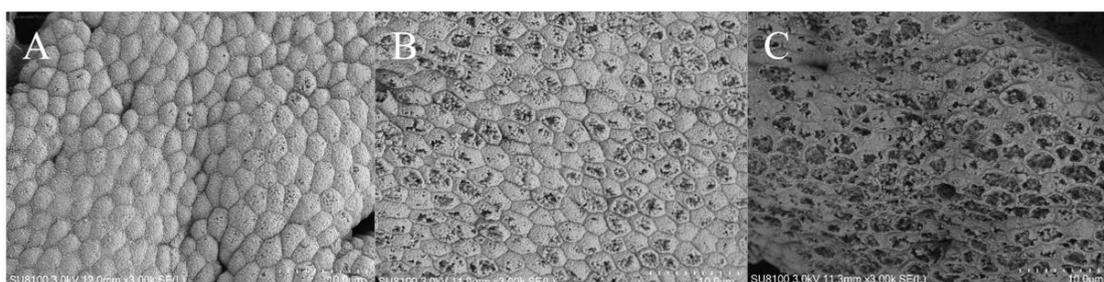
如表 4 所示，与对照组相比，H12、H24、H48 和 H96 组胰蛋白酶和淀粉酶的活性显著降低 ($P < 0.05$)。同时，H24、H48 和 H96 组脂肪酶的活性较对照组显著下降。

表 4 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼消化酶活性的影响

组别	胰蛋白酶 (U/μg protein)	脂肪酶 (U/g protein)	淀粉酶 (U/mg protein)
H0	250.95 ± 17.24 ^c	1.65 ± 0.04 ^c	38 ± 0.00 ^c
H3	246.81 ± 20.00 ^c	1.68 ± 0.06 ^c	0.33 ± 0.02 ^{bc}
H6	217.49 ± 7.34 ^{bc}	1.49 ± 0.06 ^{abc}	0.31 ± 0.02 ^{abc}
H12	194.15 ± 5.03 ^{ab}	1.54 ± 0.15 ^{bc}	0.26 ± 0.02 ^{ab}
H24	194.63 ± 11.92 ^{ab}	1.37 ± 0.07 ^{ab}	0.29 ± 0.00 ^{ab}
H48	167.02 ± 12.37 ^{ab}	1.26 ± 0.03 ^a	0.25 ± 0.03 ^{ab}
H96	185.50 ± 4.71 ^a	1.26 ± 0.09 ^a	0.25 ± 0.05 ^a

2.4 胃粘膜扫描电镜观察结果

H0、H14 和 H96 组珍珠龙胆石斑鱼胃粘膜的扫描电镜观察情况如图 1 所示。从图中可以观察到，随着饲料中组胺含量的上升，胃粘膜的受损情况越严重。在 H12 组中，较少胃粘膜细胞受损。而在 H96 组则出现较大面积的严重细胞损伤。



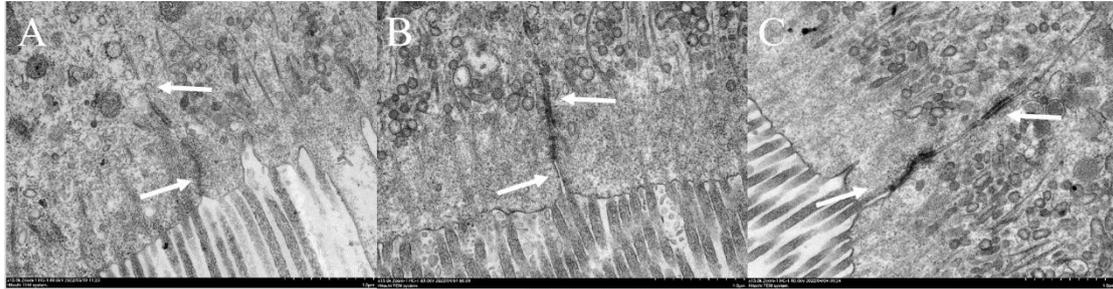
A: H0 组; B: H12 组; C: H96 组。放大倍数为×3000。H0 组细胞排列整齐，细胞结构完整。H12 组细胞排列整齐，少部分细胞出现轻微破损。H96 组大部分细胞受损严重。

图 1 饲料组胺对珍珠龙胆石斑鱼胃粘膜的扫描电镜观察结果

2.5 肠道粘膜透射电镜观察结果

H0、H14 和 H96 组珍珠龙胆石斑鱼肠道粘膜的透射电镜观察情况如图 2 所示。从图中可以观察到，随着饲料中组胺含量的上升，肠道粘膜细胞之间的连接结构出现损伤。

在 H0 组中，细胞连接紧密。在 H12 组中，靠近微绒毛端的细胞连接结构缝隙变大。在 H96 组，靠近微绒毛端和远离微绒毛端的细胞连接结构缝隙均变大。



A: H0 组; B: H12 组; C: H96 组。放大倍数为 $\times 15000$ 。箭头所指为细胞间连接。0 组细胞连接紧密。H12 组靠近微绒毛端的细胞连接结构缝隙变大。H96 组靠近微绒毛端和远离微绒毛端的细胞连接结构缝隙均变大。

图 2 饲料组胺对珍珠龙胆石斑鱼肠道粘膜的扫描透射观察结果

3. 讨论

组胺由组氨酸的脱羧作用产生，饲料中的组胺对某些肉食性鱼类有明显的毒性。但现有的研究结果显示，饲料组胺对不同的水生动物的影响有较大差异，在低水平下，组胺对养殖动物的生长没有影响，而高于一定水平后会对动物的生长造成负面影响。在本研究中，各组间珍珠龙胆石斑鱼的特定生长率无显著差异。此结果表明，当饲料组胺含量不超过 1245.13mg/kg 时，不会对珍珠龙胆石斑鱼的生长造成负面影响。

胃和肠道是鱼类主要的消化器官，对饲料的消化吸收起着重要作用。饲料中组胺达到一定剂量会对鱼的胃和肠道造成有害影响。在本实验中，饲料组胺水平达到 225.16mg/kg 时，胃粘膜细胞已经出现了明显的损伤；当组胺水平达到 1245.13mg/kg 胃粘膜细胞损伤严重，可以推测出随着饲料组胺水平的增加，胃黏膜的损伤逐渐严重。而肠道黏膜屏障主要依赖黏膜细胞之间的连接结构的完整，此试验的结果表明，饲料组胺会对珍珠龙胆石斑鱼的肠道黏膜细胞之间的连接结构造成损伤，且随着组胺水平的增加，肠道黏膜细胞间的连接结构损伤会逐渐严重。同时，当饲料组胺水平高于 225.16mg/kg 时，胰蛋白酶和淀粉酶的活性较对照组显著降低。证实了在本试验条件下，当饲料组胺水平达到 225.16mg/kg 会导致珍珠龙胆石斑鱼胃粘膜和肠道黏膜的损伤，从而降低了珍珠龙胆石斑鱼肠道和胃的消化能力，影响鱼体的健康。因此，珍珠龙胆石斑鱼的饲料应限定组胺的含量，避免造成鱼胃和肠道的损伤，根据本试验的结果，珍珠龙胆石斑鱼饲料的组胺含量应低于 225.16mg/kg 。

附录 2

饲料丙二醛对珍珠龙胆石斑鱼生长性能和胃肠道结构的影响

丙二醛是脂质过氧化的产物，常用来评价油脂的氧化程度，它可以和蛋白质产生交联作用，从而改变蛋白形态，导致细胞生理功能的变化，影响动物机体；同时，丙二醛可损伤 DNA 和线粒体，导致细胞凋亡。珍珠龙胆石斑鱼（*Epinephelus fuscoguttatus*♀ × *E. lanceolatus*♂）因其生长速度快，适口性好，在我国南方各省市的养殖已成规模。作为一种典型的肉食性鱼类，石斑鱼对饲料脂肪的需求量较高（9.7~14.0%），因此在饲料生产、运输和储存过程中可能会导致丙二醛含量较高。本实验在此基础上评估饲料中不同丙二醛水平对珍珠龙胆石斑鱼生长性能、胃和肠道结构的影响，为珍珠龙胆石斑鱼饲料中丙二醛的安全限量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验饲料

以白鱼粉、大豆浓缩蛋白和豆粕为主要蛋白源，大豆油和大豆卵磷脂为主要脂肪源，配制基础试验饲料，配方和测定的营养指标如表 1 所示。将原料粉碎后通过直径为 60 目的筛网，按配方称重，混合均匀。然后在原料中加入大豆油和大豆磷脂，将混合物通过直径为 60 目筛网粉碎油脂颗粒。再加入氯化胆碱和适量纯水，混合均匀后通过 2.5mm 模具，采用双螺旋挤压机构挤出。将饲料置于阴凉处自然干燥两天，然后放入-20℃的冷冻室中保存。

设 M0、M1、M2、M4、M8 和 M16 共 6 个实验组。将不同浓度的丙二醛溶液（MDA 标准溶液按 GB/T 5009.181-2016 配制）喷淋 20 ml 于饲料上，自然干燥，得到不同丙二醛水平（0、10、20、40、80、160 mg/kg 粗脂肪）饲料。为测定饲料中 MDA 含量，先提取基础试验饲料中的脂质，测定脂质中 MDA 含量为 0.23 mg/kg。

1.2 试验鱼养殖

试验用珍珠龙胆石斑鱼为湛江某商业育苗场健康且大小相近的鱼苗。经高锰酸钾消毒后在 0.3L 玻璃钢养殖桶内进行养殖。试验鱼暂养一周后，挑选大小相似的幼鱼 540 尾（约 14.77g），随机放入 21 个 0.3m³ 玻璃钢养殖桶，每桶 30 尾，使用流水养殖。每天 8:00 和 17:00 投喂试验鱼。共养殖 56 天，养殖期间水温保持在 28~30℃，溶解氧保持在 6 mg/L 左右。

表 1 饲料组成及营养水平

原料	%	营养成分	%
白鱼粉	45.00	水分	7.66
大豆浓缩蛋白	21.00	粗蛋白质	49.62
豆粕	6.00	粗脂肪	11.07
面粉	17.91	粗灰分	16.95
大豆油	5.30		
大豆卵磷脂	2.00		
磷酸二氢钙	1.20		
氯化胆碱	0.40		
维生素 C	0.03		
预混料 ¹	1.00		
微晶纤维素(mg/kg)	0.16		

1.3 样品采集与分析

试验 8 周后，实验鱼禁食 24h。分别统计各实验组和对照组鱼的数量和体重，以及投喂饲料总量，计算增重率、特定生长率、存活率和饲料系数：

增重率 (WG, %) = $100 \times (\text{终末体重} - \text{初始体重}) / (\text{初始体重})$ ；

特定生长率 (SGR, %/d) = $100 \times (\ln \text{终末体重} - \ln \text{初始体重}) / \text{试验期}$ ；

存活率 (SR, %) = $100 \times (\text{终末鱼数}) / (\text{初始鱼数})$ ；

饲料系数 (FCR) = $\text{饲料摄入量} / (\text{终末总重} - \text{初始总重})$ 。

每个桶随机取 4 尾鱼，2 尾保存在 -20 °C 用于体成分分析；2 尾在相同位置取出胃、前肠和后肠，后肠和胃置于 2.5% 戊二醛固定液中用于制作透射电镜和扫描电镜，观察胃粘膜和肠道黏膜表面损伤情况。前肠样品按 1:9 (w/v) 的比例准确称量样品和生理盐水。在 4 °C 下离心后，收集上清液。前肠的 α -淀粉酶、脂肪酶、胰蛋白酶活性均按照试剂盒的方法，使用试剂盒（南京建成生物工程研究所）进行测定。

使用 AOAC 标准方法检测配方饲料成分和鱼体成分。样品水分测定采用 105 °C 的烘箱干燥样品至质量恒定。采用凯氏定氮仪 (FOSS KT8400) 测定蛋白含量。在 550 °C 的马弗炉中灼烧 2 g 样品 4 h 测定灰分含量。使用脂肪测定仪 (ANKOM XT15) 测定粗脂肪含量。

1.4 数据统计

试验结果以“平均值±标准误”(mean ± SEM)表示,采用 SPSS 21.0 软件进行单因素方差分析和 Turkey 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异。

2 试验结果

2.1 珍珠龙胆石斑鱼生长、饲料利用率和存活率

各组试验鱼的生长数据如表 2 所示。由表可知,各组间 SR 和 FCR 无显著性差异($P > 0.05$)。和对照组相比, M8 和 M16 组 WG 显著下降 ($P < 0.05$), M16 组 SGR 也显著下降 ($P < 0.05$)。试验结果表明在本试验条件下,饲料丙二醛对 SR 无明显影响,但较高的丙二醛水平会造成较低的 SR。以 WG 为评判标准, M148 和 M16 组的珍珠龙胆石斑鱼的生长造成负面影响。

表 2 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼生长性能的影响

组别	初始体重 (g)	终末体重 (g)	增重率 (%)	特定生长率 (%/d)	饲料系数	存活率 (%)
M0	14.77 ± 0.01	116.39 ± 0.25 ^b	86.83 ± 2.89 ^b	3.62 ± 0.01 ^b	0.86 ± 0.01	96.67 ± 0.00
M1	14.78 ± 0.01	116.09 ± 1.39 ^b	685.19 ± 9.06 ^b	3.62 ± 0.02 ^b	0.85 ± 0.01	96.67 ± 3.33
M2	14.76 ± 0.00	113.45 ± 1.79 ^{ab}	668.79 ± 11.80 ^{ab}	3.58 ± 0.03 ^{ab}	0.83 ± 0.01	95.00 ± 1.67
M4	14.76 ± 0.05	110.45 ± 0.56 ^{ab}	647.97 ± 4.30 ^{ab}	3.53 ± 0.01 ^{ab}	0.84 ± 0.00	95.00 ± 1.67
M8	14.77 ± 0.01	109.21 ± 1.06 ^a	639.23 ± 5.98 ^a	3.51 ± 0.01 ^{ab}	0.84 ± 0.01	93.33 ± 3.33
M16	14.79 ± 0.01	107.19 ± 4.77 ^a	624.87 ± 33.16 ^a	3.47 ± 0.08 ^a	0.82 ± 0.01	90.00 ± 1.92

注:数值以平均值±标准差表示。同一列内不同上标字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.2 全鱼体常规成分

如表 3 所示,各组间的珍珠龙胆石斑鱼鱼体的水分和粗蛋白质没有显著差异 ($P > 0.05$),但与对照组相比, M8 和 M16 组粗脂肪显著下降,而粗灰分含量显著上升。

表 3 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼全鱼常规成分的影响

组别	水分 (%)	粗蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)
M0	72.01 ± 0.50	16.14 ± 0.33	7.68 ± 0.17 ^c	4.50 ± 0.01 ^a
M1	71.75 ± 0.24	16.09 ± 0.75	7.59 ± 0.04 ^c	4.60 ± 0.03 ^{ab}
M2	72.33 ± 0.67	16.57 ± 0.67	7.16 ± 0.21 ^{bc}	4.72 ± 0.09 ^{bc}
M4	71.68 ± 0.30	16.58 ± 0.20	6.96 ± 0.15 ^{ab}	4.75 ± 0.00 ^{bc}
M8	71.99 ± 0.28	16.21 ± 0.67	6.62 ± 0.12 ^a	4.83 ± 0.05 ^c
M16	71.31 ± 0.62	16.62 ± 0.49	6.60 ± 0.23 ^a	4.83 ± 0.07 ^c

2.3 肠道消化酶

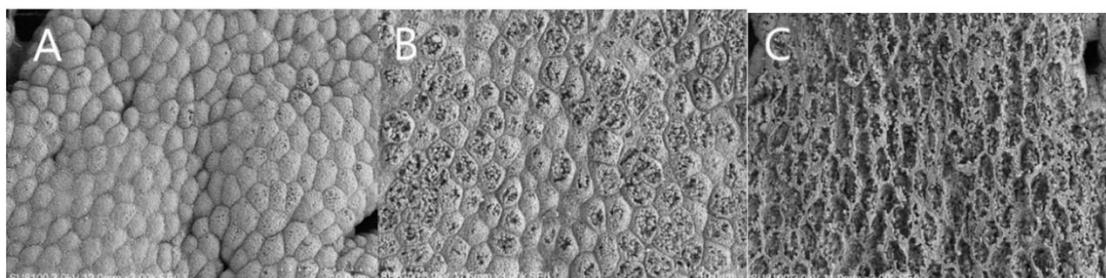
如表 4 所示, 与对照组相比, M4、M8 和 M16 组胰蛋白酶活性显著降低, M8 和 M16 组脂肪酶活性显著下降 ($P < 0.05$)。同时, M2、M4、M8 和 M16 组的淀粉酶活性较对照组也显著下降。

表 4 饲料组胺水平对珍珠龙胆石斑鱼消化酶活性的影响

组别	胰蛋白酶 (U/ μ g protein)	脂肪酶 (U/g protein)	淀粉酶 (U/mg protein)
M0	250.95 \pm 17.24 ^b	1.65 \pm 0.04 ^b	0.38 \pm 0.00 ^c
M1	230.55 \pm 17.05 ^{ab}	1.63 \pm 0.04 ^b	0.34 \pm 0.01 ^{bc}
M2	220.03 \pm 17.87 ^{ab}	1.54 \pm 0.06 ^b	0.32 \pm 0.00 ^{ab}
M4	180.24 \pm 7.02 ^a	1.53 \pm 0.05 ^b	0.29 \pm 0.03 ^{ab}
M8	173.13 \pm 20.88 ^a	1.35 \pm 0.04 ^a	0.27 \pm 0.01 ^a
M16	175.45 \pm 10.44 ^a	1.31 \pm 0.02 ^a	0.27 \pm 0.02 ^a

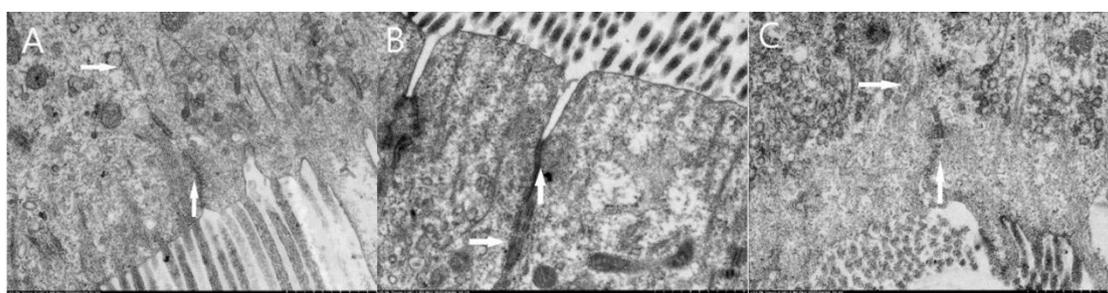
2.4 胃粘膜扫描电镜观察结果

M0、M4 和 M16 组珍珠龙胆石斑鱼胃粘膜的扫描电镜观察情况如图 1 所示。从图中可以观察到, 随着饲料中丙二醛含量的上升, 胃粘膜的受损情况加剧。在 M4 组中, 胃粘膜部分破损, 其余相对完整。而在 M16 组胃粘膜损伤严重。



A: M0 组; B: M4 组; C: M16 组。放大倍数为 $\times 3000$ 。M0 组细胞排列整齐, 细胞结构完整。M4 组细胞排列整齐, 细胞出现部分断裂。而 M16 组则严重受损。

图 1 饲料丙二醛对珍珠龙胆石斑鱼胃粘膜的扫描电镜观察结果



A: M0 组; B: M4 组; C: M16 组。垂直箭头, 表示肠粘膜细胞之间的紧密联系; 水平箭头表示细胞膜损伤。放大倍数为 $\times 15000$ 。M0 组细胞连接紧密, 细胞膜完整。M4 组细胞连接间隙增大, 细胞膜完整。M16 组细胞连接间隙增大, 细胞膜严重受损。

图 2 饲料丙二醛对珍珠龙胆石斑鱼肠道粘膜的扫描透射观察结果

2.5 肠道粘膜透射电镜观察结果

M0、M4 和 M16 组珍珠龙胆石斑鱼肠道粘膜的透射电镜观察情况如图 2 所示。靠近微绒毛侧的细胞间的连接是紧密连接的。从图中可以观察到，未添加 MDA 组的肠黏膜细胞连接紧密，细胞和绒毛排列整齐，细胞膜完整。M4 组细胞连接间隙增大，细胞间出现间隙。M16 组肠道黏膜紧密连接的结构和细胞膜受损，绒毛凌乱。

3 讨论

MDA 是脂质过氧化的重要指标，脂质过氧化对动物生长有负面影响，有研究表明丙二醛会增加小鼠的死亡率和影响小鼠线粒体的呼吸功能，也会降低草鱼的生长性能。在本研究中，M8 和 M16 组杂交石斑鱼的生长显著降低。同时，M8 和 M16 组全鱼的粗脂肪显著低于 M0 组。这表明饲料丙二醛可能会对珍珠龙胆石斑鱼的脂肪消化吸收产生不利影响。

胃粘膜有助于食物的消化，同时鱼类的消化能力与肠道形态结构密切相关。肠道和胃的正常发育是保证鱼类健康生长的关键标志。在本实验中，M4 组珍珠龙胆石斑鱼的胃黏膜细胞开始受损，肠黏膜细胞紧密连接处受损，并且胃粘膜和肠道黏膜的受损状况随饲料丙二醛水平的上升而逐渐严重。同时，消化酶的活性与对照组相比也显著下降。因此可以推断，在本试验条件下，饲料丙二醛会对胃和肠道的结构产生负面影响，抑制消化吸收的功能，从而影响鱼体的健康，对珍珠龙胆石斑鱼的生长造成负面影响。因此，珍珠龙胆石斑鱼的饲料应限定丙二醛的含量，避免对鱼的产量和健康造成影响。根据本试验的结果，珍珠龙胆石斑鱼饲料的丙二醛含量不应高于 40mg/kg 粗脂肪。

附录 3

石斑鱼、巴沙鱼配合饲料存储过程中组胺、丙二醛含量的变化

石斑鱼、巴沙鱼都是有胃鱼类，其胃粘膜、肠道黏膜和肝胰脏等器官组织等可能受到饲料中组胺、丙二醛的影响；同时，石斑鱼、巴沙鱼配合饲料均为膨化颗粒饲料，均需要在饲料颗粒表面喷油脂（豆油或鱼油）。出于对配合饲料产品质量控制的需要，饲料加工厂会对饲料原料如鱼粉、油脂、磷脂的质量进行严格的控制，但是，饲料出厂之后，在运输、仓库过程中，蛋白质是否还会发生蛋白质腐败、脂肪酸氧化酸败？本试验以石斑鱼、巴沙鱼商品饲料为试验材料，分别存放在仓库、室外条件下，不同时间检测其中组胺和丙二醛的含量值，探讨商品饲料在仓库、运输等过程中蛋白质腐败和油脂酸败的变化程度，同时，为饲料中组胺、丙二醛含量限定值设定提供参考。

1 试验材料

1.1 试验饲料及其处理方法

巴沙鱼配合饲料为湛江粤华水产饲料有限公司生产的巴沙鱼 3 号料，生产日期为 2022 年 3 月 22 日。石斑鱼饲料为阳江市大海水产饲料有限公司生产的石斑鱼 6 号料，生产日期为 2022 年 3 月 11 日。二种试验饲料分别在生产日期之后的第 9d（2022 年 3 月 31 日）、第 6d（2022 年 3 月 16 日）开始采集样本进行组胺和丙二醛的分析。二种鱼的饲料均为适用于育成期养殖鱼的饲料，且均为挤压膨化加工的颗粒饲料。

分别选取具有完好包装的石斑鱼、巴沙鱼配合饲料各 20 袋、共 40 袋（20kg/袋），试验设置了仓库内和室外二个存放地点，每个存放地点二种鱼的饲料各 10 袋。室外选择仓库外的屋檐下（防雨），每天有 1~2h 左右的时间有太阳斜射阳光照射，市内和室外的 10 袋饲料分别平放在木板上。

1.2 存放地点温度的变化

试验期间，每天中午 13:30-14:00 测定存放地点的环境温度，试验期间仓库内和室外（屋檐下）温度测定结果见图 1。

由图 1 可知，试验期间饲料存放地点室内环境温度范围为 22~31℃，平均为 27.2 ± 2.1℃，室外环境温度为 15~37℃，平均为 29.3 ± 5.2℃，室外温度变化范围和变化幅度明显高于室内。从图 1 中还可以得知，在饲料生产日期之后 22d 即 2022 年 4 月 2 日、38d 即 2022 年 4 月 18 日出现室外温度明显下降的时间。

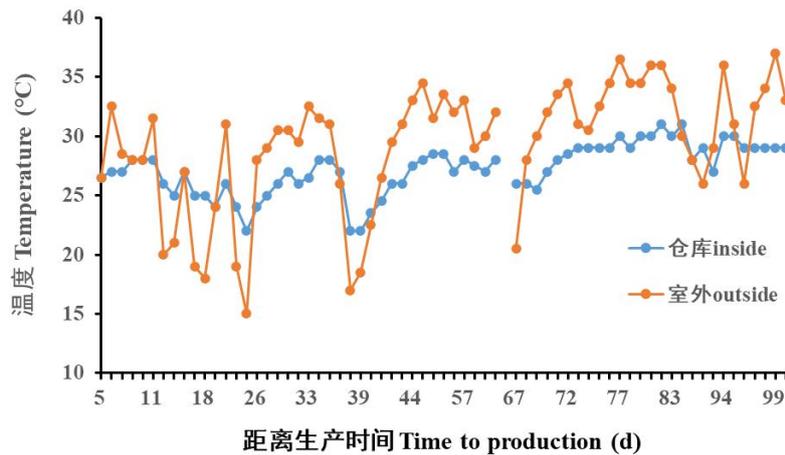


图 1. 试验期间温度变化

1.3 试验饲料的营养成分

采用 AOAC 法测定了两种试验饲料的常规营养组成, 结果见表 1。同时, 采用石油醚提取饲料油脂, 并测定油脂中的酸价, 巴沙鱼饲料的酸价为 11.06 mg/g (饲料中油脂), 石斑鱼为 18.20 mg/g (饲料中油脂)。

育成期的巴沙鱼饲料中, 植物性饲料原料如豆粕、菜粕等比例较高、鱼粉比例较低, 所以粗纤维含量 (4.6%) 高于石斑鱼饲料 (2.2%)、总磷低于石斑鱼饲料 (1.91%), 且依据巴沙鱼营养需要, 其饲料蛋白质含量、粗脂肪含量低于石斑鱼饲料。石斑鱼饲料中鱼粉所占比例较高, 饲料粗脂肪含量, 相应地植物性饲料原料比例较低。巴沙鱼饲料油脂主要为豆油, 而石斑鱼饲料的油脂主要为鱼油, 巴沙鱼饲料粗脂肪含量也明显低于石斑鱼饲料。同时, 饲料油脂的酸价也是巴沙鱼饲料明显低于石斑鱼饲料。两种鱼饲料原料种类和比例会影响到配合饲料中组胺含量和丙二醛含量值, 及其在存储过程中的变化, 如颗粒饲料外喷鱼油后再存储过程中可能产生比外喷豆油更多的丙二醛。

表 1 试验用巴沙鱼和石斑鱼饲料的营养成分 (%)

饲料 feed	水分 moisture	粗蛋白质 crude protein	粗脂肪 crude fat	粗灰分 crude ash	粗纤维 crude fiber	总磷 total phosphorus
巴沙鱼 Basa Fish	9.6	33.53	6.46	8.9	4.6	1.18
石斑鱼 Grouper	7.6	49.65	12.72	13.1	2.2	1.91

1.4 饲料中组胺和丙二醛分析

选取两种试验饲料分别置于仓库 (室内) 和室外条件下, 参照饲料标签标识的保质期 3 个月, 于不同时间 (见表 2 和表 3) 随机选取完整包装的整袋饲料取样 1kg 左右的

量，粉碎制样后直接用于饲料中组胺和饲料油脂中丙二醛含量的测定。饲料中组胺的测定按照“GB/T 23884 动物源性饲料中生物胺的测定高效液相色谱法”进行，饲料中油脂的提取方法、油脂中丙二醛的测定按照“GBT 19164-2021 饲料原料 鱼粉”的方法进行。组胺含量直接用饲料质量中组胺质量表示，而丙二醛含量则用饲料油脂中丙二醛含量表示。因为丙二醛是油脂氧化酸败的产物，用饲料中丙二醛含量、饲料油脂中丙二醛含量两种表示方法差异在于饲料油脂含量，用饲料油脂中丙二醛含量表示可以有效反应饲料油脂氧化的程度、也能显示饲料丙二醛的含量。

2 试验结果

2.1 巴沙鱼存储期间饲料组胺和丙二醛含量的变化

检测了 88d 内仓库和室外存放的巴沙鱼饲料中组胺和丙二醛的含量，结果见表 2。为了更好直观显示存储过程中巴沙鱼饲料中组胺和丙二醛含量的变化，依据表 2 数据分别得图 2A 和图 2B。

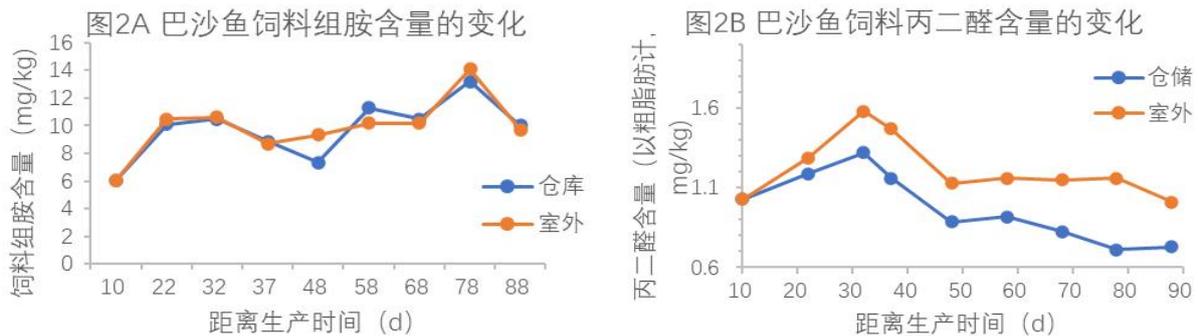


表 2 巴沙鱼饲料存储期间饲料组胺和丙二醛含量的变化

距离生产时间 (d)	饲料组胺 (mg/kg)		变化值 (%)		饲料丙二醛 (以粗脂肪计, mg/kg)		变化值 (%)	
	仓库	室外	仓库	室外	仓库	室外	仓库	室外
10	6.04	6.04			1.03	1.03		
22	10.1	10.5	67.22	73.84	1.19	1.29	15.53	25.24
32	10.5	10.6	73.84	75.50	1.32	1.58	28.16	53.40
37	8.87	8.72	46.85	44.37	1.16	1.47	12.62	42.72
48	7.36	9.36	21.85	54.97	0.886	1.13	-13.98	9.71
58	11.3	10.2	87.09	68.87	0.919	1.16	-10.78	12.62
68	10.5	10.2	73.84	68.87	0.826	1.15	-19.81	11.65
78	13.2	14.1	118.54	133.44	0.712	1.16	-30.87	12.62
88	10.0	9.72	65.56	60.93	0.731	1.01	-29.03	-1.94

从表 2 可知, 巴沙鱼饲料在 3 个月保质期内、在存储过程中, 在仓库存放地点 (仓库), 饲料组胺含量范围值为 6.04~13.2 mg/kg, 而在室外存放地点为 6.04~14.1mg/kg, 最高值均出现在第 78d, 较本试验开始时 (第 10d) 分别增加了 118.54%、133.44%。从图 2A 中显示的在存储过程中巴沙鱼饲料中组胺含量的变化趋势可见, 较本试验开始的时间 (第 10d) 期, 无论是在仓库还是室外存放的饲料中组胺含量均增加, 除了在第 48d 时室外较为明显高于仓库外, 其他时间点仓库和室外组无明显的差异, 显示巴沙鱼饲料中组胺含量在存储过程中有增加的趋势, 增加的幅度范围在 21.84~133.4%, 但室内存储和室外存储条件下没有明显的差异。

巴沙鱼饲料存储过程中丙二醛的变化趋势与组胺表现出不同, 由表 2 和图 2B 可见, 在距离生产日期 32d 内, 仓库和室外存储的饲料油脂中丙二醛含量是增加的, 仓库、室外存储的饲料油脂丙二醛含量分别为 1.03~1.32mg/kg、1.03~1.58mg/kg, 增加幅度分别为 28.10%、53.40%; 之后, 饲料油脂中丙二醛含量开始下降, 较本试验开始的第 10d 比较, 最大下降幅度达到 30% (第 78d) 左右。仓库存储与室外存储的结果相比较, 室外存储的巴沙鱼饲料油脂中丙二醛含量明显高于仓库的结果, 表明室外温度变化 (见图 1) 较大的条件下, 巴沙鱼饲料油脂中丙二醛更容易氧化。但是, 32d 后丙二醛含量开始下降。

2.2 石斑鱼饲料存储期间饲料组胺和丙二醛含量的变化

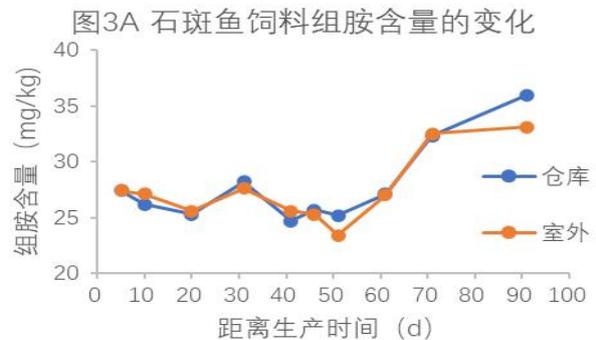
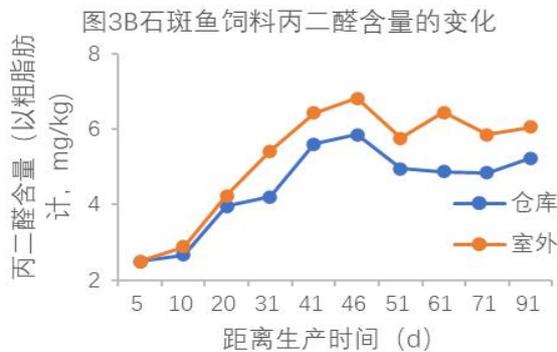
石斑鱼饲料存储过程中组胺和丙二醛含量测定结果见表 3 和图 3A、图 3B。

表 3 石斑鱼饲料存储过程中组胺和丙二醛含量的变化

距离生产时间 (d)	饲料组胺 (mg/kg)		变化值 (%)		饲料丙二醛 (以粗脂肪计, mg/kg)		变化值 (%)	
	仓库	室外	仓库	室外	仓库	室外	仓库	室外
5	27.4	27.4			2.49	2.49		
10	26.2	27.1	-4.38	-1.09	2.66	2.88	6.83	15.66
20	25.3	25.6	-7.66	-6.57	3.95	4.23	58.63	69.88
31	28.2	27.6	2.92	0.73	4.21	5.42	69.08	117.67
41	24.7	25.6	-9.85	-6.57	5.61	6.43	125.30	158.23
46	25.7	25.3	-6.20	-7.66	5.86	6.82	135.34	173.90
51	25.2	23.4	-8.03	-14.60	4.95	5.76	98.80	131.33
61	27.1	27.0	-1.09	-1.46	4.88	6.45	95.98	159.04
71	32.3	32.5	17.88	18.61	4.84	5.86	94.38	135.34
91	36.0	33.1	31.39	20.80	5.23	6.06	110.04	143.37

在本试验条件下，存储在仓库、室外的石斑鱼饲料中组胺含量范围分别为 24.7~36.0mg/kg、23.4~33.1mg/kg，在存储 61d 期间，无论是仓库还是室外存储条件下，石斑鱼饲料中组胺含量都是显示下降的趋势，而之后则明显增加，到 91d 时，较 5d 时仓库、室外条件下分别增加了 31.39%、20.80%。这个结果显示，石斑鱼饲料存储时间超过 61d 后饲料组胺将明显增加。比较仓库和室外条件下的结果，差异不明显。

石斑鱼饲料油脂中丙二醛的含量在仓库、室外条件下分别为 2.49~5.86mg/kg、2.49~6.82mg/kg。在存储过程中，石斑鱼饲料油脂中丙二醛含量在 46d 前，无论是仓库还是室外条件下均表现为增加的趋势，到 46d 均达到最大值，分别较第 5d 的结果增加了 135.34%、173.90%；之后则开始下降。比较仓库和室外条件下的结果，在室外条件下石斑鱼饲料油脂中丙二醛含量增加值明显高于仓库的结果。



3 讨论

3.1 饲料中组胺及其在存储过程中的变化

组胺是游离组氨酸脱羧反应的产物，丙二醛是油脂脂肪酸氧化酸败过程的产物。在饲料中，组胺作为蛋白质被微生物污染后，由微生物产生的组氨酸脱羧酶催化游离组氨酸脱去羧基得到组胺。因此，可以作为饲料蛋白质腐败程度的一种判别指标。同时，组胺通过胃黏膜组胺受体的作用引发系列生理反应，并可导致胃粘膜损伤、胃部生理代谢的重大变化，也是饲料中需要重点关注的有害因子，需要进行限量控制。

饲料组胺的来源可以从两个方面考虑，首先是饲料原料如鱼粉所带来的组胺，这是饲料完成生产之后就留存于饲料中的组胺。本试验中，巴沙鱼饲料在生产之后的第 10d、石斑鱼饲料在生产之后的第 5d，饲料中组胺含量分别为 6.04 mg/kg、27.4 mg/kg，石斑鱼饲料中鱼粉比例较高，所以组胺含量也明显高于巴沙鱼饲料中组胺的含量。其次是饲料完成制造之后、在存储过程可能还会产生组胺，这也是本试验研究的主要目标。从表 2 和图 2A 可知，巴沙鱼饲料在第 32d 之前，饲料中组胺含量是增加的，相对于第 10d

的组胺含量，仓库内增加了 73.84%，而室外增加了 75.50%；第 32d~第 48d 则处于下降期，在之后则波动性的增加，到 78d 达到最高值，较第 10d 仓库和室外存储条件下分别增加了 118.54%、133.44%。这些数据显示，巴沙鱼饲料即使鱼粉等动物蛋白质原料在饲料中即使用量很少，在配合饲料中组胺含量还是增加，表明饲料颗粒依然可能被微生物污染、并产生脱羧酶是游离组氨酸脱羧产生组胺。由表 3 和图 3A 可知，石斑鱼饲料自生产日期 61d 内，饲料组胺含量是波动性降低的，在第 51d 处于较低含量，与第 5d 比较，仓库和室外存储的饲料中组胺含量分别下降了 8.03%、14.60%。在第 61d 之后，饲料中组胺含量则显著增加，到底 91d 是达到最大值，与第 5d 比较，仓库和室外存储的饲料中组胺含量分别增加了 31.39%、20.80%。如果将存储之后饲料组胺含量显著增加的时间来看，巴沙鱼饲料在 48d、石斑鱼饲料在 61d 之前，饲料组胺含量变化不明显，可以作为饲料保质期的一个可参考时间点。

3.2 饲料中的丙二醛及其在存储过程中含量的变化

饲料中三酰甘油酯、磷脂中脂肪酸会发生氧化酸败，过氧化物是脂肪酸氧化过程的中间产物，而丙二醛则是脂肪酸氧化酸败的中间产物之一。且由于丙二醛含有二个化学性质活跃的醛基，容易进一步导致养殖动物细胞膜磷脂中脂肪酸氧化酸败，或与通过与肽链氨基酸残基发生交联反应导致细胞蛋白质损伤，同样也可以与 DNA 或 RNA 中的碱基发生交联反应，导致 DNA 或 RNA 损害。因此，丙二醛既是饲料中油脂氧化程度的判定指标，也是饲料中有害因子之一，应该进行限量控制。

饲料中丙二醛的来源则主要是饲料中油脂和磷脂氧化酸败所产生。丙二醛性质很不稳定，容易进一步氧化成酸，或者因为其活跃的性质与其他物质发生交联反应，这都可能导致饲料丙二醛含量的下降。由表 2 和图 2B 可见，巴沙鱼饲料中丙二醛含量在第 32d 前都是显著增加、并达到最高值，较第 10d，仓库、室外存储的饲料油脂中丙二醛含量分别增加了 28.16%、53.40%，之后则开始下降、并低于第 10d 的值。巴沙鱼饲料喷涂添加的油脂为豆油，氧化程度应该不如鱼油严重，同时在饲料中含量也低于石斑鱼饲料，所以巴沙鱼饲料中丙二醛含量在存储过程中的变化规律与石斑鱼饲料有差异。由表 3 和图 3B 可见，在第 46d 之前，石斑鱼饲料油脂中丙二醛含量明显增加，与第 5d 比较，仓库和室外存储的饲料油脂中丙二醛含量分别增加了 135.34%、173.90%；之后开始下降。

因此，从本试验结果看，巴沙鱼和石斑鱼饲料在存储过程中，油脂依然会发现氧化酸败，尤其是在室外存储条件下氧化酸败的程度高于仓库存储的结果；当饲料油脂氧化酸败到一定程度之后、存储一定时间（巴沙鱼 32d、石斑鱼 46d）之后，油脂氧化酸败

可能停止，饲料油脂中的丙二醛含量开始下降。

综合本试验结果分析，巴沙鱼、石斑鱼饲料自生产日期之后，在存在过程中蛋白质的腐败作用、油脂的氧化酸败作用依然在发生，且均呈现一个快速增加之后处于含量稳定、或下降的时期；两种鱼应为饲料原料组成差异、蛋白质和油脂含量差异等，组胺和油脂中丙二醛含量值有一定差异，但是在饲料存储过程中的变化规律有一定的相似性。就仓库和室外存储条件对饲料组胺和油脂中丙二醛含量的影响看，组胺含量在仓库和室外条件下含量差异不大，而油脂中丙二醛含量则室外条件下的含量明显高于仓库条件。这表明饲料中组胺的产生可能受到饲料自身的原料组成、水分含量等影响较大，而受存储环境温度的影响较小；但是，饲料油脂中丙二醛的产生受饲料存储环境温度的影响较大。

当然，饲料中组胺和丙二醛作为蛋白质腐败、油脂氧化酸败产生的有害物质，既是饲料蛋白质新鲜度、油脂新鲜度的标示性指标，也是饲料安全性的控制指标。对于不同养殖种类为对象的饲料中，组胺、丙二醛的控制限量则需要更多的数据和研究结果支撑，应该纳入其饲料质量标准的范畴。