

中华人民共和国国家标准

水产配合饲料
第 12 部分：鲫鱼配合饲料

Aquafeed—Part 12: Formula feed for crucian carp (*Carassius carassius*)
(公开征求意见稿)

编制说明

起草单位：中国科学院水生生物研究所
广东海大集团股份有限公司
通威股份有限公司
广东恒兴饲料实业股份有限公司
禾丰食品股份有限公司
淮安天参农牧水产有限公司
广州市联鲲生物科技有限公司

二零二二年八月

一、工作简况，包括任务来源、协作单位、主要工作过程、标准主要起草人及其所做的工作等

1、任务来源

鲫鱼是我国重要的大宗淡水鱼之一，2021年全国鲫鱼养殖总产量达到278.37万吨，占全年所有淡水养殖鱼类总产量的比例高达10.54%。2021年全国各省市鲫鱼养殖产量的统计数据如表1所示：鲫鱼养殖产量超过10万吨的省市有10个，包括江苏、湖北、江西、湖南、四川、安徽、广东、黑龙江、重庆和浙江，这些区域的鲫鱼养殖产量合计占到鲫鱼养殖总产量的83.49%。因此《鲫鱼配合饲料》饲料标准的主要使用地区以及标准制定的数据主要来源于这些省市和地区。

表1 2021年全国各省市鲫鱼养殖总量及其比例*

省市	鲫鱼产量 (吨)	淡水鱼类产量 (吨)	鲫鱼占淡水鱼比例 (%)	占全国鲫鱼总产量 (%)
江苏	602271	2444234	24.64	21.64
湖北	354116	3472781	10.20	12.72
江西	243844	2287071	10.66	8.76
湖南	218706	2156598	10.14	7.86
四川	211150	1587263	13.30	7.59
安徽	191001	1484594	12.87	6.86
广东	159758	3814767	4.19	5.74
黑龙江	126681	651968	19.43	4.55
重庆	109078	525366	20.76	3.92
浙江	107430	961910	11.17	3.86
山东	89297	892437	10.01	3.21
辽宁	64386	732529	8.79	2.31
河南	48943	768171	6.37	1.76
福建	40483	746649	5.42	1.45
云南	38428	620177	6.20	1.38
天津	35463	188195	18.84	1.27
广西	33232	1321997	2.51	1.19
吉林	29896	221120	13.52	1.07
河北	20849	234581	8.89	0.75
宁夏	13245	157796	8.39	0.48
内蒙古	10668	92160	11.58	0.38
贵州	9989	250065	3.99	0.36
上海	9041	45994	19.66	0.32
新疆	7665	148536	5.16	0.28

陕西	4932	157218	3.14	0.18
山西	1232	49075	2.51	0.04
甘肃	819	13882	5.90	0.03
海南	641	345751	0.19	0.02
北京	438	11682	3.75	0.02
青海	5	18055	0.03	0.00
西藏	0	139	0.00	0.00
全国合计	2783687	26402761	10.54	100.00

*数据来源于《2022 中国渔业统计年鉴》

2022 年中央 1 号文件提到“稳定水产养殖面积，提升渔业发展质量”。渔业发展质量离不开水产绿色养殖，主要包括提高配合饲料利用、减少污染排放。但目前的中华人民共和国水产行业标准《鲫鱼配合饲料》(SC/T 1076-2004)为 2004 年制定。目前国内的配合饲料仍然存在饲料系数高、浪费严重、高排放、环境污染严重等问题。目前随着异育银鲫“中科 3 号”和“中科 5 号”的继续推广，这两个品种占据了鲫鱼的主要市场。在养殖中不同规格以及不同品系的鲫鱼，其营养需求有所不同。因此，需要研究鲫鱼全养殖周期不同生长阶段的精准营养需求，从而配制环保、高效、安全的饲料精准配方。因此，从节约饲料用粮和减少养殖废物排放的需求出发，制定本标准为国家相关部门提供决策依据、为饲料企业提供技术支持非常必要。通过本标准的制定与实施，切实起到促进鲫鱼饲料行业的健康发展，促进鲫鱼养殖业的健康发展的重要意义。

根据国家标准化委员会文件《国家标准化委员会关于下达 2021 年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》(国标委发〔2021〕41 号)，中国科学院水生生物研究所、广东海大集团股份有限公司、通威股份有限公司、广东恒兴饲料实业股份有限公司、禾丰食品股份有限公司、淮安市天参饲料有限公司和广州市联鲲生物科技有限公司承担了《鲫鱼配合饲料》标准(计划编号：20214682-T-469)的编写任务。

2、主要工作过程

(1) 成立标准编制小组

接到制标任务后，立即成立了由解绶启、金俊琰、陈家林、张璐、杨曦、邵彩梅、谭宏亮、韩冬、张松、杨云霞、米海峰及陈效儒等人组成的标准起草工作小组，制订了工作计划，落实了起草工作的任务分工。

(2) 饲料样品的采集

标准起草小组依托遍布鲫鱼主要养殖区域的市场人员进行了市场调研和市售样品采集工作。为了保证采集数据的代表性和区域覆盖，鲫鱼配合饲料的采集主要在表 1 所示的鲫鱼养殖产量超 10 万吨的地区，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，包括广东海大集团股份有限公司、通威股份有限公司、广东恒兴饲料实业股份有限公司、禾丰食品股份有限公司、江苏淮安天参农牧水产有限公司、武汉大北农水产科技有限公司、江西正邦集团、江苏天成科技集团有限公司以及天邦饲料科技有限公司等。

(3) 饲料样品的分析

以一个饲料产品为一个样本，同一产品的不同批次的饲料作为不同的样本，共采集到 2016-2022 年期间的鲫鱼苗种配合饲料样本数 50 个、幼鱼配合饲料样本数 316 个、育成鱼配合饲料样本数 1355 个。水分、蛋白质几乎是所有的样本都有的分析结果；粗脂肪、粗灰分、赖氨酸、蛋氨酸和总磷有部分样品未做检测；而关于加工质量如含粉率、水中稳定性、混合均匀度的分析结果样本数很少，为此我们也适当采集了部分饲料样本进行了分析和统计。因此，在后面的各质量指标分析时，所采用的样本数有一定的差异。

编写小组以行标《鲫鱼配合饲料》(SC/T 1076-2004)为基础，综合分析比较了最新鲫鱼研究文献资料和市售鲫鱼配合饲料样品的检测数据，同时结合十几年来对鲫鱼营养与饲料的研究开发实践，起草制定了本标准。

(4) 进行技术指标的验证试验，确立了产品的质量技术指标和相应的试验方法

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，结合目前市场上鲫鱼配合饲料的整体情况和企业的技术标准，初步确定了鲫鱼配合饲料的加工质量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征求意见稿。

(5) 征求专家意见，完成标准征求意见稿

2022 年 8 月向有关专家和生产企业发送 32 份征求意见表，收回 28 份，收回意见共 125 条。收回意见表的单位含高校、研究所共 17 个、饲料企业 11 个。在收回的意见中，不采纳的意见有 43 条，部分采纳 5 条，均作了相应的说明；

其余意见为采纳。具体见《鲫鱼配合饲料》征求意见汇总处理表。根据有关专家和生产企业的意见，对标准内容进行了补充完善，在此基础上，编写完成了国家标准《鲫鱼配合饲料》（预审稿）及编制说明（预审稿）。

3、标准主要起草人及其所做的工作

标准主要起草人及任务分工如下：

解绶启：项目负责人，负责项目的全面工作，制定实施方案，确定技术参数，负责起草标准征求意见稿和标准的编制说明，组织收集标准草案的意见和对意见的分析汇总处理。

金俊琰：组织项目工作，共同确定技术参数；组织市场调研，组织收集资料和样品，负责起草标准的编制说明。

陈家林：负责鲫鱼营养需求资料整理、样品收集和标准制定的实验数据分析。

张璐：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。

杨曦：组织收集资料、市场调研和样品。

邵彩梅：组织收集资料、市场调研和样品。

谭宏亮：组织收集资料、市场调研和样品。

韩冬：参加标准征求意见稿的起草，协助收集标准草案的意见和对意见的分析汇总处理。

张松：组织收集资料、市场调研和样品。

杨云霞：负责鲫鱼饲料样品收集、饲料样品化验数据的分析与统计。

米海峰：组织收集资料、市场调研和样品。

陈效儒：组织收集资料、市场调研和样品。

二、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据（包括试验、统计数据），修订标准时，应增列新旧标准水平的对比

1. 编写规则

本标准的编写规则遵循GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》，其编制说明是按照“农业部国家（行业）标准的计划编制、制定和审查管理办法”第二章的基本要求而编写。

2. 编制原则

（1）遵循国家颁布的相关法律法规：凡国家相关标准、法律法规已有的或最新的规定（如安全卫生指标、添加剂的规定等），本标准与其保持一致；

（2）以保证鲫鱼配合饲料的良好品质为前提，既保持标准的技术先进性，又适应当前饲料企业生产状况，应用本标准后，市场产品的达标率超过90%；

（3）以保证满足鲫鱼生长发育的营养需求为目标，同时减少对养殖水域的污染，以促进鲫鱼养殖和饲料业的可持续发展。

3. 编制依据

（1）农业部行业标准SC/T 1076-2004《鲫鱼配合饲料》；

（2）饲料行业国家标准以及强制性行业标准；

鲫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鲫鱼配合饲料，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 过滤法

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、粗纤维、粗脂肪、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

NY/T 2713—2015 水产动物表观消化率测定方法

NY/T 4128—2022 渔用膨化颗粒饲料通用技术规范

SC/T 1074—2022 团头鲂配合饲料

(3) 国内外学术刊物发表的相关论文；

(4) 市面上有代表性的鲫鱼配合饲料样品的检测结果。

4、标准主要内容与其论据

本标准适用于鲫鱼配合饲料。主要内容包括：产品分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标签、包装、运输、贮存和保质期。

4.1 产品分类

鲫鱼通常 1-2 年上市，生产实践中根据鲫鱼不同生长阶段，对配合饲料进行产品分类更为重要。本标准结合养殖生产实际将鲫鱼的生长阶段详细划分为鱼苗、幼鱼和育成鱼三个阶段，依次对应的配合饲料产品为鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育成鱼配合饲料三个产品。

(一) **鱼苗及鱼苗配合饲料**。鲫鱼一般在 4-5 月开始繁殖，鱼苗养殖是指乌仔到夏花的阶段，主要养殖时期为夏季。这个阶段的鱼苗开始摄食配合饲料，饲料形态则以粉状饲料和碎粒饲料为主。对养殖生产中鲫鱼生长情况统计表明，鲫鱼鱼苗阶段的体重一般小于 10g/尾。

因此，本标准将鱼苗配合饲料适用的鲫鱼苗体重规定为**<10g/尾**。

(二) **幼鱼及幼鱼配合饲料**。夏花分塘以后就进入了幼鱼养殖，包括从夏花分塘开始到第二年鱼种分塘的阶段，主要生长时期从夏季直到冬季、或第二年的春季。在此养殖阶段，北方地区 10 月以后水温降低较快，鱼体停止摄食和生长；而南方地区摄食饲料和生长周期更长。因此幼鱼阶段规格的区域性差异较大，体重范围在 10-150g/尾之间。

因此，本标准将幼鱼配合饲料适用的鲫鱼幼鱼体重规定为 **10g/尾 ≤ 体重 <150g/尾**。

(三) **育成鱼配合饲料**。鱼种分塘以后进入商品鱼养殖的时期，从春季（东北地区从夏季初）开始养殖，直到养殖的鲫鱼达到上市规格。鲫鱼的上市规格在500g左右。本标准将鲫鱼前期配合饲料适用的鲫鱼育成鱼体重规定为 $\geq 150\text{g/尾}$ 。

因此，按照鲫鱼不同生长阶段对饲料营养需求的不同，以及养殖生产实际的情况，将鲫鱼配合饲料分成鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育成鱼配合饲料四种，产品饲喂阶段见表1。

表2 产品分类与饲喂阶段

	鱼苗配合饲料	幼鱼配合饲料	育成鱼配合饲料
饲喂阶段 (g/尾)	体重 <10	$10 \leq$ 体重 <150	体重 ≥ 150

4.2 技术要求

参照鲫鱼营养需求的研究数据，结合鲫鱼的生产时间以及对国内市场上鲫鱼饲料产品的检测数据，同时借鉴现行的其他淡水鱼类配合饲料的相关国家标准，制定了感官、加工质量、主要营养成分和安全卫生指标要求，具体如下：

(1) 感官

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GB/T 16765颗粒饲料通用技术条件，规定同一规格饲料颗粒色泽一致、大小均匀；无霉变、结块、异味和虫类滋生。

(2) 加工质量

在鱼苗配合饲料产品中，由于鱼苗的口裂小，在前期一般需要使用碎粒饲料，且碎粒饲料的含粉率、水中稳定性与颗粒饲料有差异，所以，将“碎粒饲料”列出进行质量要求。鱼苗配合饲料在鱼苗养殖的后期，也使用小粒径的颗粒饲料。对于鲫鱼的幼鱼配合饲料、育成鱼配合饲料加工形态，除了颗粒饲料外，已经有饲料企业开始生产、养殖生产中也有使用膨化饲料。颗粒饲料、膨化饲料加工质量指标中，主要的差异是水分含量、含粉率和水中稳定性，因此对这两种饲料形态的加工质量也进行了分别的要求。

因此，根据鲫鱼的摄食习性及其养殖实践中使用的鲫鱼配合饲料产品加工情况，本标准中列出了碎粒饲料、颗粒饲料、膨化饲料三种饲料形态。结合SC/T 1077《渔用配合饲料通用技术要求》的相关要求和实测值，将鲫鱼配合饲料的加工质量指标确定如下（见表3）。

表 3 加工质量指标

单位：%

项目	颗粒饲料	膨化饲料	碎粒饲料
混合均匀度 (变异系数 CV)	≤7.0		
水分含量	≤11.5	≤11.0	≤11.5
含粉率	≤1.0	≤0.5	≤5.0
水中稳定性 (溶失率)	≤20.0 (水中浸泡 5 分钟)	≤10.0 (水中浸泡 20 分钟)	≤30.0 (水中浸泡 5 分钟)

1) 混合均匀度

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)。

鲫鱼碎粒和颗粒饲料混合均匀度分布

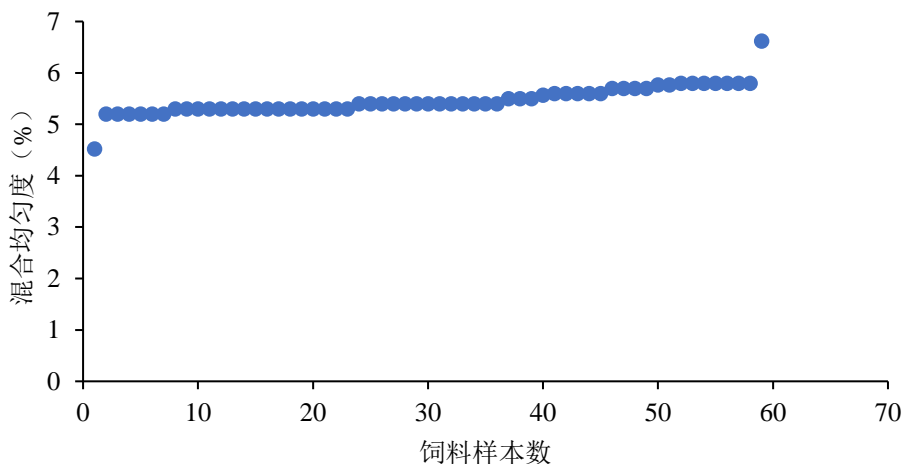


图 1 鲫鱼碎粒和颗粒饲料混合均匀度分布

碎粒饲料为颗粒饲料破碎筛分后的产品，因此与颗粒饲料合并进行混合均匀度的分析确定。统计分析了鲫鱼颗粒饲料和碎粒饲料共59个混合均匀度数据，如图1所示，鲫鱼碎粒/颗粒饲料的混合均匀度含量在4.52%-6.62%。

鲫鱼膨化饲料混合均匀度分布

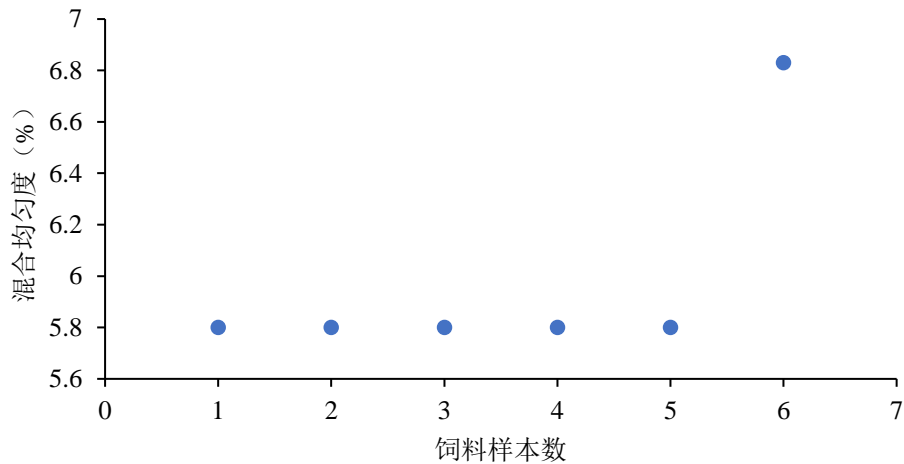


图 2 鲫鱼膨化饲料混合均匀度分布

统计了鲫鱼膨化饲料6个样本的混合均匀度数据，如图2所示，可见膨化饲料的混合均匀度的范围为5.80%-6.83%。

农业部公告第1849号公告附件《饲料生产许可条件》，规定饲料原料混合均匀度（变异系数） $\leq 7.0\%$ 。结合农业部公告和饲料样品测定混合均匀度数据，本标准规定**饲料混合均匀度（变异系数） $\leq 7.0\%$** 。

2) 水分

水分含量标准，是衡量饲料产品营养密度的重要参数，又直接关系饲料物理性能及饲料保质期。饲料水分的高低，由加工过程中的调质、干燥、冷却等工艺环节以及原料本身水分决定，在很大程度上反映了加工质量，同时考虑到本标准规定的饲料水分含量不会影响到鲫鱼摄食和对饲料的吸收利用，因此本标准将水分归属为加工质量指标。

鲫鱼碎粒和颗粒饲料水分含量分布

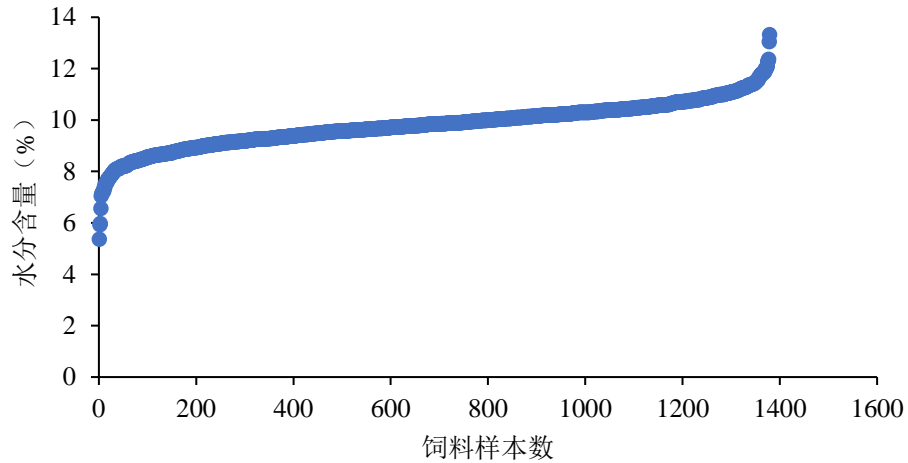


图3 鲫鱼碎粒和颗粒饲料水分含量分布

碎粒饲料为颗粒饲料破碎筛分后的产品，因此与颗粒饲料合并进行水分含量的分析确定。统计分析了鲫鱼颗粒饲料和碎粒饲料共1379个水分数据，水分含量分布如图3所示，鲫鱼碎粒/颗粒饲料的水分含量在5.37%-13.32%。

鲫鱼膨化饲料水分含量分布

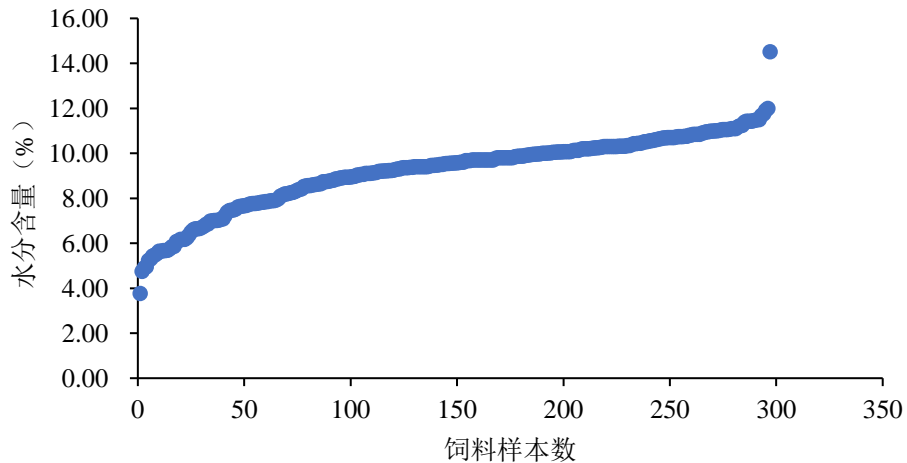


图4 鲫鱼膨化饲料水分含量分布

统计了鲫鱼膨化饲料297个样本的水分含量数据，如图4所示，可见膨化饲料的水分含量范围为3.77%-14.51%。

将1379个碎粒/颗粒饲料及297个膨化饲料养分的水分含量分别进行分段统计和分析，结果见表4。考虑到我国水产养殖和水产饲料生产的地理区域的差异，本标准规定鲫鱼饲料的水分含量：**颗粒饲料和碎粒饲料“ $\leq 11.5\%$ ”**，按照表4的

统计结果有97.97%的饲料样本达标；膨化饲料“ $\leq 11.0\%$ ”，则有91.58%的饲料样本达标。

表4 鲫鱼配合饲料水分含量分段统计结果

碎粒饲料和颗粒饲料			膨化饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≤ 10.5	1126	81.65	≤ 9.0	102	34.34
≤ 11.0	1285	93.18	≤ 10.0	192	64.64
≤ 11.5	1351	97.97	≤ 10.5	237	79.80
≤ 12.0	1372	99.49	≤ 11.0	272	91.58
≤ 12.5	1377	99.85	≤ 11.5	292	98.32
样本总数	1379		样本总数	297	

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。粉料部分无法被鱼摄食，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。颗粒饲料的含粉率与饲料中淀粉的种类、含量以及淀粉的糊化度、饲料的油脂含量等因素有直接关系。碎粒饲料是颗粒饲料破碎分筛后的产品，因破碎过程中机械切口增多而导致含粉粒升高。膨化饲料经过高温、高压和含水量的调制和制粒过程，淀粉的糊化度好，因而膨化饲料的含粉率较低。项目组参考GB/T 16765，采用比饲料颗粒直径小一级的试验筛检测饲料样品含粉率。

鲫鱼破碎饲料含粉率分布

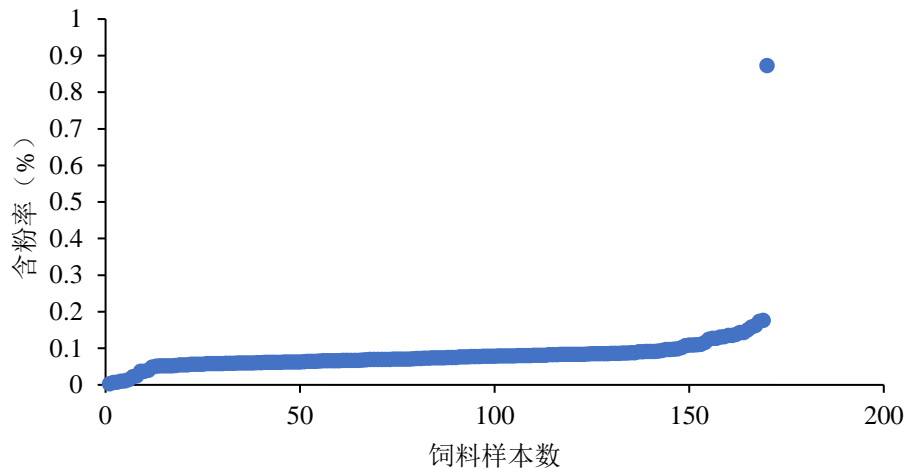


图 5 鲫鱼破碎饲料含粉率分布

如图5所示，统计了170个鲫鱼破碎饲料的含粉率，颗粒饲料的含粉率范围为0.003%-0.87%，分布范围很大。

鲫鱼颗粒饲料含粉率分布

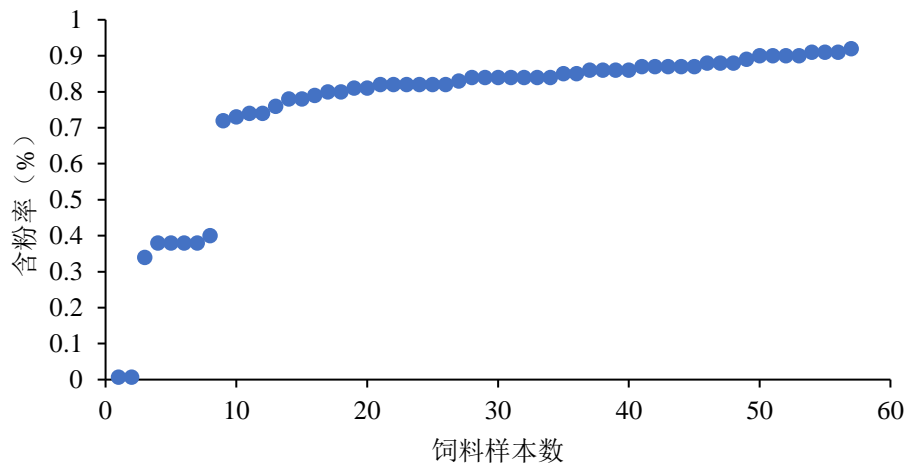


图 6 鲫鱼颗粒饲料含粉率分布

如图6所示，统计了57个鲫鱼颗粒饲料的含粉率，颗粒饲料的含粉率范围为0.007%-0.92%，分布范围很大。

鲫鱼膨化饲料含粉率分布

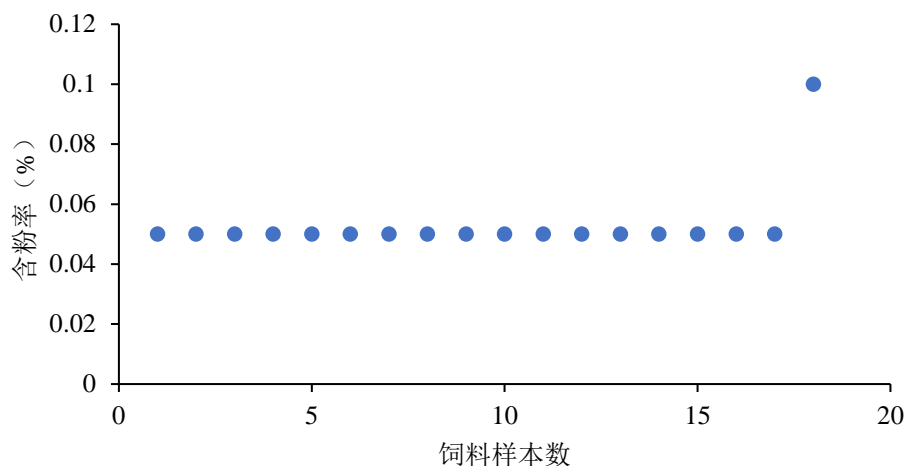


图 7 鲫鱼膨化饲料含粉率分布

如图7所示，统计18个鲫鱼膨化饲料的含粉率，膨化饲料的含粉率范围为0.05%-0.10%。

表5 鲫鱼配合饲料含粉率分段统计结果

碎粒饲料			颗粒饲料			膨化饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≤0.7	169	99.41	≤0.7	8	14.04	≤0.05	17	94.44
≤1.0	170	100	≤1.0	57	100	≤0.5	18	100
样本总数	170		样本总数	57		样本总数	18	

将碎粒和颗粒饲料以及膨化饲料的含粉率分别进行分段统计和分析，结果见表5。结合SC/T 1077-2004《渔用配合饲料通用技术要求》和实际检测结果，**碎粒饲料含粉率“≤1.0%”**，则如表5所示有100%的样本达标；**颗粒饲料含粉率“≤1.0%”**，则如表5所示有100%的样本达标；**膨化饲料含粉率“≤0.5%”**，则如表5所示有100%的样本达标。

4) 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。考虑到实际生产养殖中存塘鲫鱼有不同的规格，采用两种筛孔尺寸的筛网（饲料颗粒直径1.0以上采用0.850mm筛孔尺寸，碎粒饲料和饲料颗粒直径1.0以下的采用0.425mm筛孔尺寸）测定市场收集的部分鲫鱼配合饲料的溶失率。

统计了1个鱼苗碎粒饲料的溶失率为4.94%。

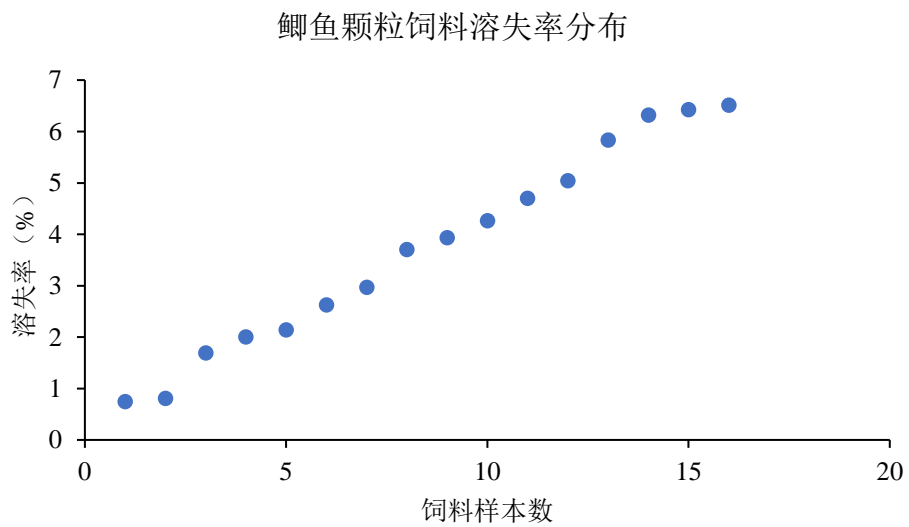


图 8 鲫鱼颗粒饲料溶失率分布

如图8所示，统计了16个鲫鱼颗粒饲料，溶失率范围是0.74%-6.51%。

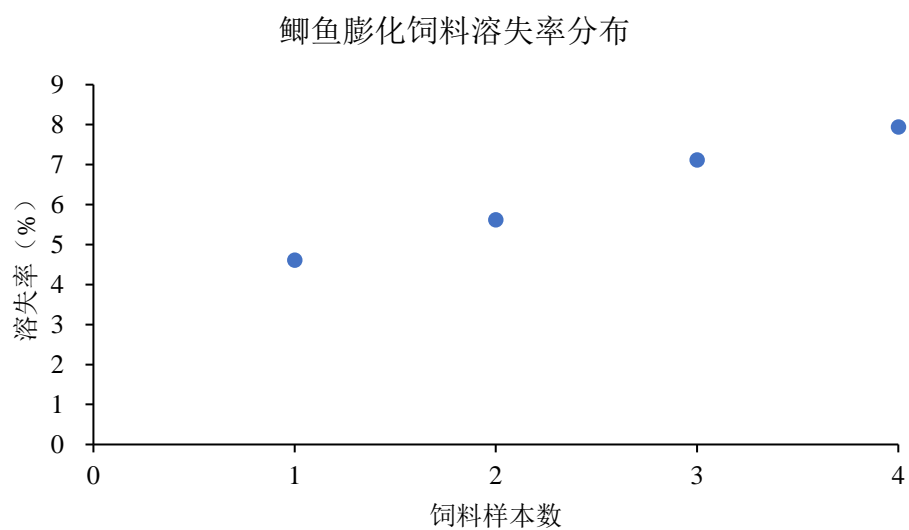


图 9 鲫鱼膨化饲料溶失率分布

如图9所示，统计了4个鲫鱼膨化饲料，溶失率范围是4.61%-7.94%。

表6 鲫鱼配合饲料溶失率分段统计结果

碎粒饲料			颗粒饲料			膨化饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≤30	1	100	≤10	16	100	≤10	4	100
样本总数	1		样本总数	16		样本总数	4	

将碎粒饲料、颗粒饲料以及膨化饲料的溶失率分别进行分段统计和分析，结果见表6。在“SC/T 1077-2004，渔用配合饲料通用技术要求”中，对渔用饲料“水中稳定性（溶失率）”的确定为“鱼类：粉状饲料（面团）≤5%、颗粒饲料≤10%（浸泡时间5min）、膨化饲料≤10%（浸泡时间20min）”。结合SC/T 1077-2004《渔用配合饲料通用技术要求》和实际检测结果，本标准规定**颗粒饲料（水中浸泡5分钟）溶失率“≤10.0%”；膨化饲料（水中浸泡20分钟）“≤10.0%”**。碎粒饲料是颗粒饲料破碎筛分后得到的不规则粒状饲料产品，主要是用于鱼苗和鱼种阶段，鉴于鲫鱼苗种摄食特点和生产工艺现状，将溶失率适当放宽，规定**碎粒饲料（水中浸泡5分钟）溶失率“≤30.0%”**。

（3）主要理化指标

1) 粗蛋白质

蛋白质是维持鱼类新陈代谢、正常生长发育和繁殖的结构物质和主要的能源物质之一，同时作为酶、激素、抗体等的组分参与机体的生理调节功能。饲料中的蛋白质含量不足会导致鱼体生长缓慢；而过多则会导致过量的蛋白质通过脱氨基作用提供能量，引起鱼体排泄到水体的氨氮废弃物增加，不利于鱼体健康和生态环境的可持续发展。蛋白质作为鱼类所必需的最重要的营养素之一，一直都是鱼类营养学研究的重中之重。有关不同规格鲫鱼蛋白质营养需求的研究取得了一系列成果（见表7）。

表7 不同生长阶段不同鲫鱼对蛋白质的需要量

品种	初始体重 (g)	蛋白源	蛋白需求 (%)	摄食水平 (%BW/d)	文献来源
异育银鲫	2.53	鱼粉	39.3		He et al. (1988)
高背鲫	4.8	鱼粉	38.4	3.65	钱雪桥 (2001)
中科3号	1.85	鱼粉、豆粕	40	1.31	Yun et al. (2015)
中科3号	2.85	鱼粉、酪蛋白	35.05-37.15		何吉祥等 (2014)
中科3号	3.7	鱼粉、酪蛋白	41.4	2.74	Ye et al. (2017)
中科3号	3.18	大豆浓缩蛋白、酪蛋白	41.4	3.6	Ye et al. (2015)
中科3号	85.2	鱼粉、酪蛋白	36.5	1.92	Ye et al. (2017)
中科3号	87.1	大豆浓缩蛋白、酪蛋白	37.8	1.37	Ye et al. (2015)
中科3号	180	鱼粉、酪蛋白	36.9	2.33	Tu et al. (2015)
中科5号	6.14	鱼粉、酪蛋白	30.7		许文婕 (2017)
彭泽鲫	1.85	鱼粉、膨化大豆、豆粕	38.79		刘颖 (2008)
彭泽鲫	65.8	鱼粉、膨化大豆、豆粕	31.97		刘颖 (2008)
彭泽鲫	181	鱼粉、膨化大豆、豆粕	<31.97		刘颖 (2008)
方正银鲫	3.10	鱼粉、豆粕	37.1		桑永明等 (2018)
芙蓉鲤鲫	1.88	鱼粉、豆粕	36.0		王金龙等 (2013)
芙蓉鲤鲫	7.7	鱼粉、酪蛋白	41.4	4.23	陈林 (2016)

饲料蛋白源种类和质量的差异会影响鱼类的蛋白质需要量, 因此, 某一鱼类品种的蛋白质需要量不是绝对的 (钱雪桥等, 2002)。异育银鲫幼鱼基于动物蛋白源 (以白鱼粉和酪蛋白为蛋白源, 饲料蛋白水平为25-45%, 饲料蛋白能量比为14.8-27.5 mg/kJ), 达到最大生长 (SGR为%/d) 的饲料蛋白需求为36.0-42.7% (叶文娟, 2013)。异育银鲫基于非鱼粉蛋白源 (以大豆浓缩蛋白和酪蛋白为蛋白源, 饲料蛋白水平25-50%, 饲料蛋白能量比为16.6-29.1% mg/kJ), 达到最大生长 (SGR为2.65%/d) 的饲料蛋白需求为40.2-42.9% (Ye et al., 2015)。养成中期异育银鲫基于动物蛋白源 (以白鱼粉和酪蛋白为蛋白源, 饲料蛋白水平为20-45%, 饲料蛋白能量比为12.1-23.6 mg/kJ), 达到最大生长 (SGR为1.71%/d) 的饲料蛋白需求为33.0-36.6% (叶文娟, 2013)。养成中期异育银鲫基于非鱼粉蛋白源 (以大豆浓缩蛋白和酪蛋白为蛋白源, 饲料蛋白水平为25-50%, 饲料蛋白能量比为14.5-25.2% mg/kJ), 达到最大生长 (SGR为1.07 %/d) 的饲料蛋白需求为33.6-40.5%

(Ye et al., 2016)。育成鱼阶段以鱼粉和酪蛋白为蛋白源，达到最大生长饲料蛋白需求为36.9% (Tu et al., 2015)。

① 鱼苗配合饲料粗蛋白质含量分布情况

本项目组共收集到鱼苗配合饲料粗蛋白质数据50个、幼鱼配合饲料数据311个、育成鱼配合饲料数据1257个。将这些样本的粗蛋白质含量分别进行统计分析如下。

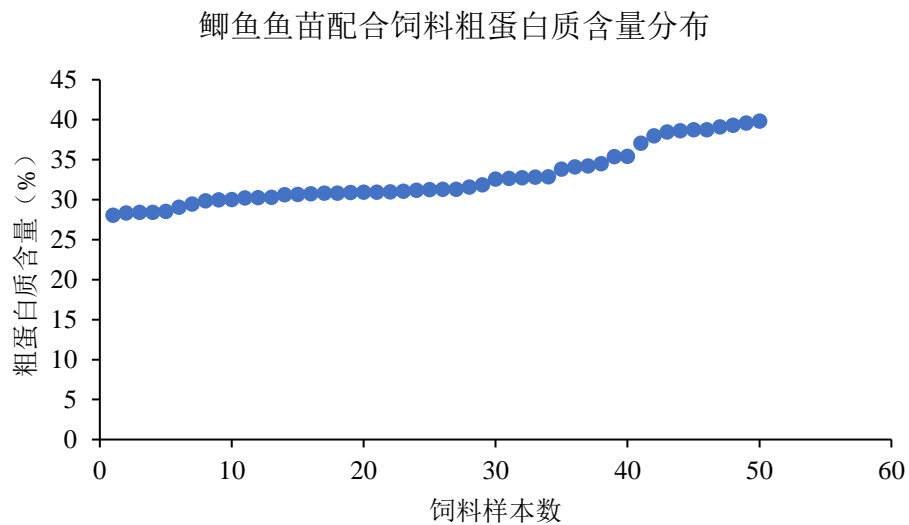


图 10 鲫鱼鱼苗配合饲料粗蛋白质含量分布

对鱼苗配合饲料的粗蛋白质含量的检测值进行统计分析，如图10所示，鱼苗商品料的粗蛋白质范围为28.03%-39.82%，分布范围较大。

表8 鲫鱼鱼苗配合饲料蛋白含量分段统计结果

条件%	样本数	比例%
≥28	50	100
≥29	45	90
≥30	41	82
≥31	28	56
≥32	21	42
≥33	16	32
≥34	15	30
≥35	12	24
≥36	10	20
样本总数	50	

将鱼苗配合饲料的粗蛋白质含量进行分段统计和分析，结果见表8。根据粗蛋白质需求研究报道结合养殖生产实际，本标准规定**鲫鱼鱼苗配合饲料的粗蛋白质含量“28%-40%”**；在采集的样本中有100%的样本达标。

② 鲫鱼幼鱼配合饲料粗蛋白质分布情况

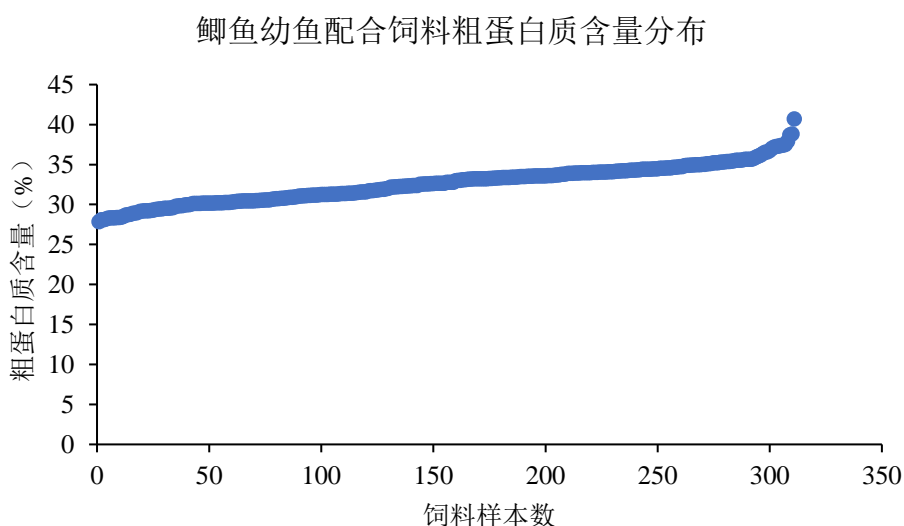


图 11 鲫鱼幼鱼配合饲料粗蛋白质含量分布

对鲫鱼幼鱼配合饲料的粗蛋白质含量进行统计分析，如图11所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的粗蛋白质含量的分布范围为27.85%-40.69%，分布范围较大。

表9 鲫鱼幼鱼配合饲料粗蛋白质含量分段统计结果

条件%	样本数	比例%
≥ 27	311	100
≥ 28	310	99.68
≥ 29	293	94.21
≥ 30	270	86.82
≥ 31	223	71.7
≥ 32	182	58.52
≥ 33	151	48.55
≥ 34	93	29.90
≥ 35	44	14.15
样本总数	311	

将幼鱼配合饲料的粗蛋白质含量进行分段统计和分析，结果见表9。结合此

阶段粗蛋白质需求研究报告和养殖生产实际,本标准规定**鲫鱼幼鱼配合饲料**的蛋白含量“25%-35%”;在采集的样本中有86.50%的样本达标。

③ 鲫鱼育成鱼配合饲料粗蛋白质分布情况

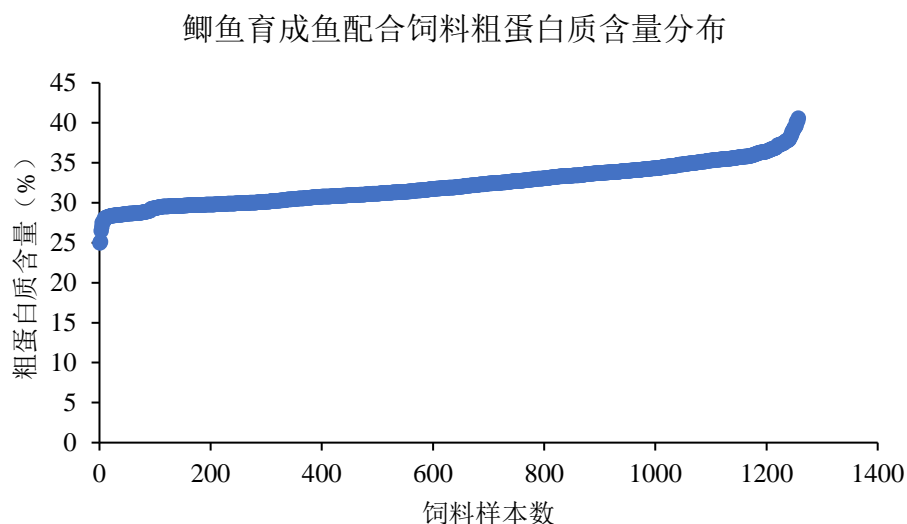


图 12 鲫鱼育成鱼配合饲料粗蛋白质含量分布

对鲫鱼育成鱼配合饲料的粗蛋白质含量进行统计分析,如图12所示,鲫鱼育成鱼配合饲料的粗蛋白质含量的分布范围为24.94%-40.17%,分布范围较大。

表10 鲫鱼育成鱼配合饲料粗蛋白质含量分段统计结果

条件%	样本数	比例%
≥24	1257	100
≥25	1256	99.92
≥26	1255	99.84
≥27	1253	99.68
≥28	1249	99.36
≥29	1168	92.92
≥30	984	78.28
≥31	786	62.53
≥32	607	48.29
≥33	463	36.83
样本总数	1257	

将育成鱼配合饲料的粗蛋白质含量进行分段统计和分析,结果见表10。结合此阶段粗蛋白质需求研究报告和养殖生产实际,本标准规定**鲫鱼育成鱼配合饲料**

的蛋白含量“23%-33%”；在采集的样本中有63.40%的样本达标。

2) 赖氨酸

鲫鱼对蛋白质的需求实际上是对各种氨基酸的需求，鲫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。赖氨酸是以谷物蛋白源配制鱼类配合饲料时的第一限制性氨基酸。由于谷类原料价格低廉、供应稳定、容易被温水性鱼类特别是鲫鱼消化吸收利用，故在以谷类蛋白源为原料配置高效低耗的鲫鱼配合饲料时，其中的赖氨酸含量是很重要的指标。

如表11所示，周贤君等研究发现异育银鲫（ 7.85 ± 0.03 g）的特定生长率同饲料中赖氨酸水平的相关性得出其赖氨酸需要量为3.27%，占饲料蛋白的8.52%（周贤君等，2006）。基于特定生长率得出养成中期异育银鲫（初重： 73.6 ± 2.0 g）和养成后期异育银鲫（初重： 166.8 ± 0.5 g）赖氨酸需求量分别为2.11%和1.75%（占蛋白6.6%和5.6%），赖氨酸绝对需求量分别为0.60 mg/g BW/d和0.46 mg/g BW/d。饲料中赖氨酸水平不足会导致异育银鲫生长受阻、饲料效率、鱼体蛋白含量和蛋白沉积率显著下降，鱼体脂肪含量和脏体比显著上升（涂永芹，2015）。王鑫等（2014）以特定生长率、蛋白质沉积率和肝胰脏谷草转氨酶活性为指标进行二次回归分析，得出异育银鲫（初重： 52.53 ± 0.03 g）对饲料赖氨酸的需求量分别为1.78%、1.43%和1.51%（分别占饲料蛋白质的5.14%、4.14%和4.44%）。

表11 鲫对饲料赖氨酸和蛋氨酸的需求

养殖品种	营养素	初始体重 (g)	饲料蛋白含量 (%)	需要量 (%)	SGR (%/d)	文献
中科3号	赖氨酸	52.5	34.7	1.78	0.68	王鑫等 (2014)
中科3号	赖氨酸	7.05	37.6	2.44	2.04	Ji et al. (2021)
中科3号	赖氨酸	7.9	38.45	3.27	1.46	周贤君等 (2006)
中科3号	赖氨酸	73.6	31.3	2.11	1.74	涂永芹 (2015)
中科3号	赖氨酸	166.8	31.2	1.75	1.38	涂永芹 (2015)
中科3号	蛋氨酸	1.7	41.01	0.69 (0.42Cys)	1.5	周贤君 (2005)
中科3号	蛋氨酸	2.6	37.2	0.89		贾鹏等 (2013)
中科3号	蛋氨酸	50	33	0.78-0.98		王洪涛 (2016)

有关饲料的赖氨酸含量，本项目组共收集到鱼苗配合饲料的数据33个、鱼种配合饲料数据231个、育成鱼配合饲料数据563个。不同产品样品实际赖氨酸含量的检测值分布情况见图13-15。

鲫鱼鱼苗配合饲料赖氨酸含量分布

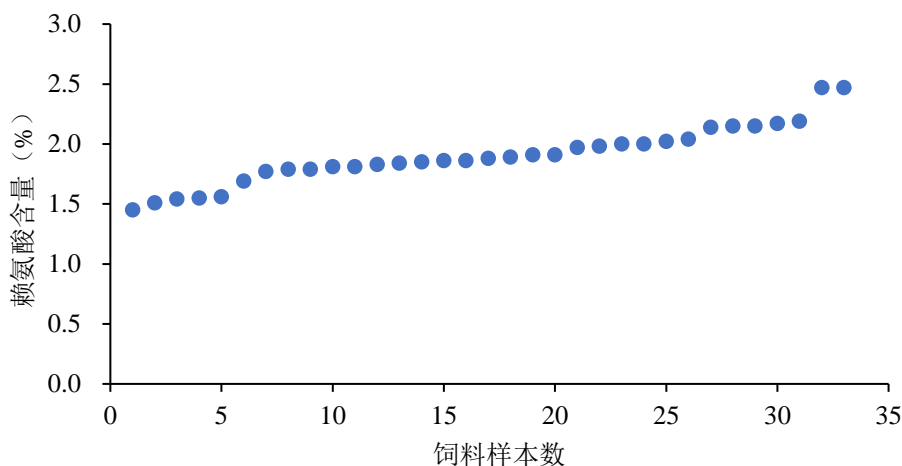


图 13 鲫鱼鱼苗配合饲料赖氨酸含量分布

鱼苗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13所示，鲫鱼鱼苗配合饲料的赖氨酸含量范围为1.45%-2.47%，分布范围较大。

鲫鱼幼鱼配合饲料赖氨酸含量分布

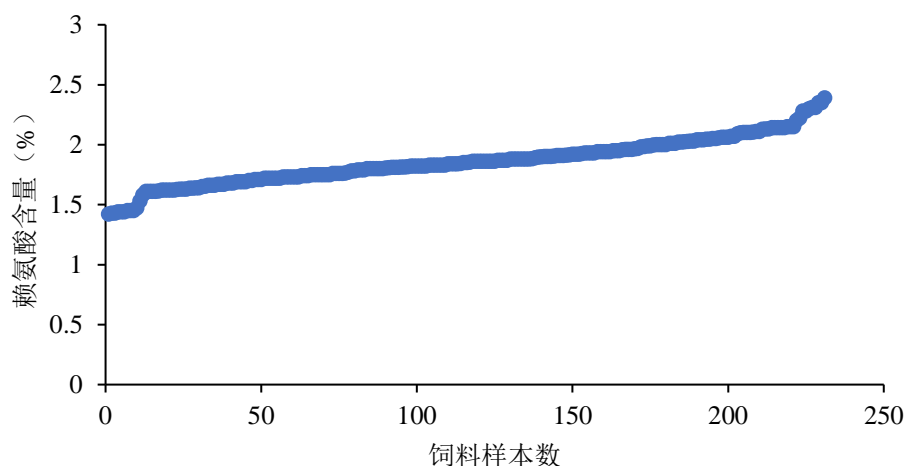


图 14 鲫鱼幼鱼配合饲料赖氨酸含量分布

如图14所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的赖氨酸含量范围为1.42%-2.39%，分布范围较大。

鲫鱼育成鱼配合饲料赖氨酸含量分布

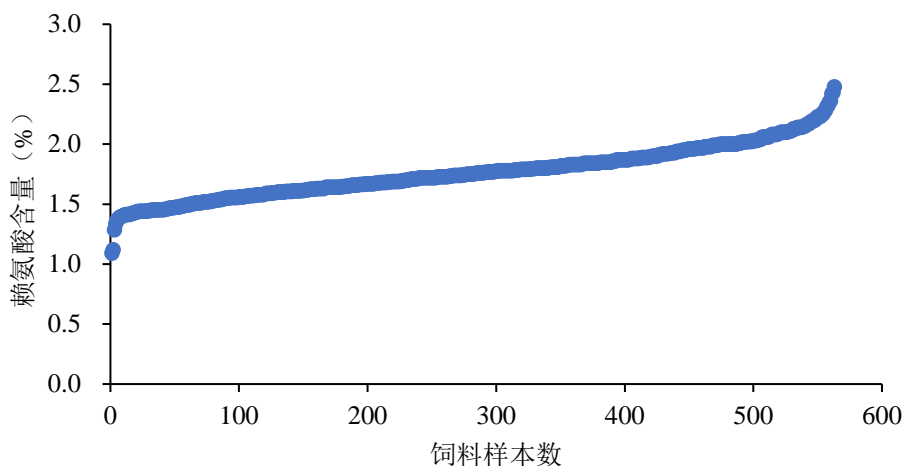


图 15 鲫鱼育成鱼配合饲料赖氨酸含量分布

如图15所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的赖氨酸含量范围为1.09%-2.48%。

表12 鲫鱼各阶段配合饲料赖氨酸含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≥1.4	33	100	≥1.4	231	100	≥1.0	563	100
≥1.5	32	96.97	≥1.5	221	95.67	≥1.1	562	99.82
≥1.6	28	84.85	≥1.6	219	94.81	≥1.2	561	99.64
≥1.7	27	81.82	≥1.7	186	80.52	≥1.3	560	99.47
≥1.8	24	72.73	≥1.8	148	64.07	≥1.4	556	98.76
≥1.9	15	45.45	≥1.9	91	39.39	≥1.5	505	89.70
≥2.0	11	33.33	≥2.0	54	23.38	≥1.6	438	77.8
≥2.1	7	21.21	≥2.1	27	11.69	≥1.7	338	60.04
≥2.2	2	6.06	≥2.2	10	4.33	≥1.8	236	41.92
样本总数	33		样本总数	231		样本总数	563	

将鲫鱼鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育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12。结合相关报道研究结果和饲料统计结果，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 1.8\%$ ”**，如表12所示有72.73%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 1.7\%$ ”**，如表12所示有80.52%的样本满足此条件。**鲫鱼育成鱼配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 1.5\%$ ”**，如表12所示有89.70%的样本满足此条件。

3) 赖氨酸/粗蛋白质

为了避免饲料中出现蛋白质含量高而赖氨酸不足的情况，所以还需要规定赖氨酸占蛋白的比例要求。有关鲫鱼饲料的赖氨酸/粗蛋白质，本项目组共收集到鱼苗配合饲料的数据33个、鱼种配合饲料数据231个、育成鱼配合饲料数据563个。各阶段的赖氨酸/粗蛋白统计见表13。

表13 鲫鱼各阶段配合饲料赖氨酸/粗蛋白质含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≥ 5.0	33	100	≥ 4.5	226	100	≥ 4.5	560	99.46
≥ 5.5	27	81.82	≥ 5.0	205	90.71	≥ 5.0	537	99.82
≥ 6.0	19	57.58	≥ 5.5	149	65.93	≥ 5.5	348	99.64
≥ 6.5	8	24.24	≥ 6.0	44	19.47	≥ 6.0	158	99.47
≥ 7.0	2	6.06	≥ 6.5	7	3.10	≥ 6.5	28	98.76
≥ 7.5	1	3.03	≥ 7.0	1	0.44	≥ 7.0	3	89.70
样本总数	33		样本总数	226		样本总数	563	

将鲫鱼鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育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，如表13所示，鱼苗配合饲料赖氨酸/粗蛋白质范围为5.12%-7.53%之间；幼鱼配合饲料赖氨酸/粗蛋白质范围为4.70%-7.13%；育成鱼配合饲料的赖氨酸/粗蛋白质范围为4.23%-7.19%。结合相关报道研究结果和饲料统计结果，保证鲫鱼配合饲料蛋白质高时饲料中的赖氨酸含量，本标准规定本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 5.0\%$ ”**，如表13所示有100%的样本满

足此条件；鲫鱼幼鱼配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 4.5\%$ ”，如表13所示有100%的样本满足此条件；鲫鱼育成鱼配合饲料赖氨酸含量“ $\geq 4.5\%$ ”，如表13所示有99.46%的样本满足此条件。

4) 蛋氨酸

蛋氨酸是水产动物正常生长的必需氨基酸，参与蛋白质的合成，以S-腺苷甲硫氨酸形式在体内作为主要甲基供体参与多种代谢，并可用于合成多胺以及肌酸等化合物。在许多植物性蛋白源中，蛋氨酸是第一限制性氨基酸。蛋氨酸缺乏会导致水产动物氨基酸不平衡，影响机体蛋白质合成，降低饲料利用效率。研究表明异育银鲫鱼苗（ 1.67 ± 0.03 g）对饲料中蛋氨酸的需求量是0.69%（总含硫氨基酸为1.11%），占饲料蛋白的1.68%（总含硫氨基酸为2.71%）（周贤君，2005）。贾鹏等研究表明异育银鲫（ 2.60 ± 0.00 g）对饲料中蛋氨酸的需求量为占饲料干物质的0.89%，即占饲料蛋白的2.17%（贾鹏等，2013）。

有关饲料的蛋氨酸含量，本项目组共收集到鱼苗配合饲料的数据33个、鱼种配合饲料数据231个、育成鱼配合饲料数据563个。不同产品样品实际蛋氨酸含量的检测值分布情况见图16-18。

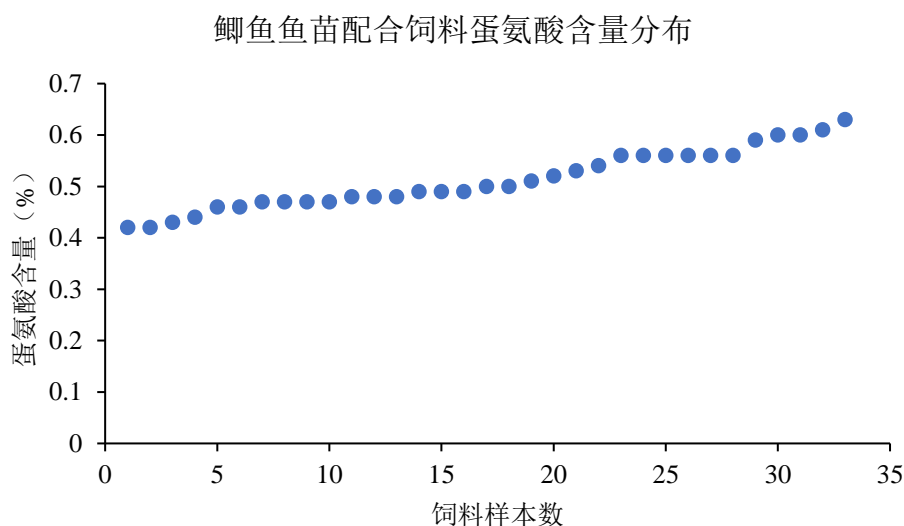


图 16 鲫鱼鱼苗配合饲料蛋氨酸含量分布

如图16示，鲫鱼鱼苗配合饲料的蛋氨酸的范围是0.42%-0.63%。

鲫鱼幼鱼配合饲料蛋氨酸含量分布

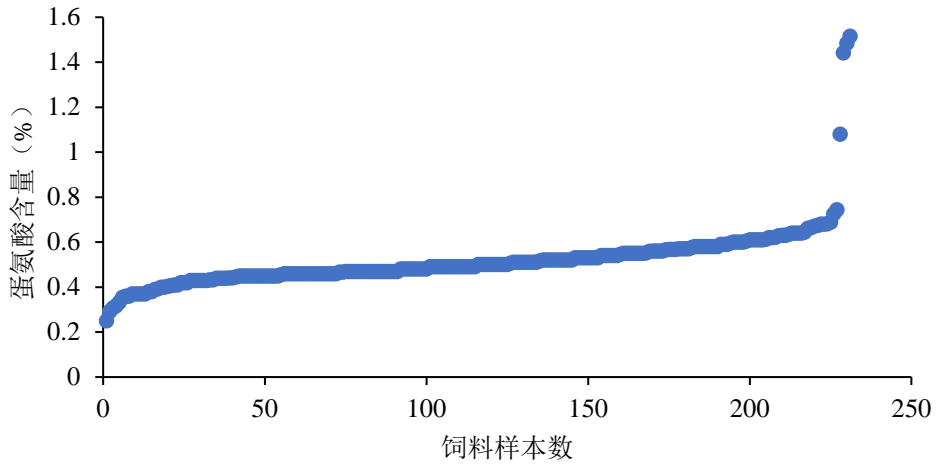


图 17 鲫鱼幼鱼配合饲料蛋氨酸含量分布

如图17所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的蛋氨酸含量范围为0.25%-1.51%。

鲫鱼育成鱼配合饲料蛋氨酸含量分布

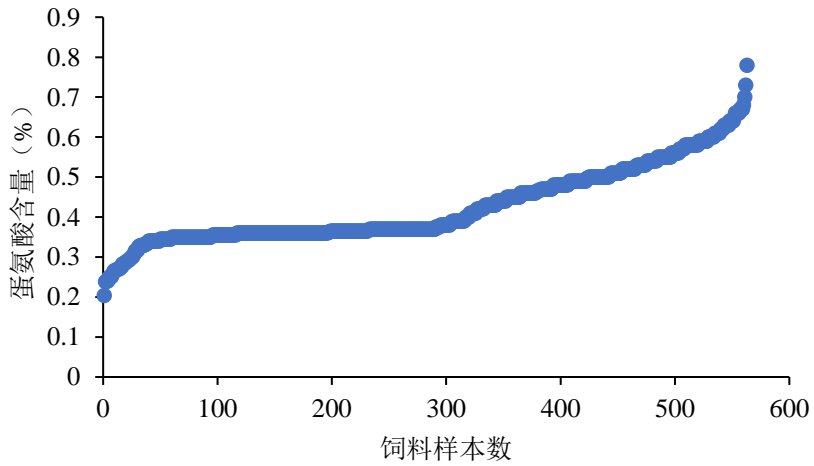


图 18 鲫鱼育成鱼配合饲料蛋氨酸含量分布

如图18所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的蛋氨酸含量范围为0.20%-0.78%。

表14 鲫鱼各阶段配合饲料蛋氨酸含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≥0.4	33	100	≥0.2	231	100	≥0.2	563	100
			≥0.3	229	99.13	≥0.3	539	95.74
≥0.5	17	51.52	≥0.4	214	92.64	≥0.4	246	43.69
			≥0.5	116	50.22	≥0.5	139	24.69
≥0.6	4	12.12	≥0.6	37	16.02	≥0.6	35	6.22
			≥0.7	6	2.60	≥0.7	3	0.53
样本总数	33		样本总数	231		样本总数	563	

将鲫鱼鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育成鱼配合饲料的蛋氨酸含量分别进行分段统计和分析,结果见表14。结合相关报道研究结果和饲料统计结果,本标准规定:鲫鱼鱼苗配合饲料蛋氨酸含量“≥0.5%”,如表14所示有51.52%的样本满足此条件;鲫鱼幼鱼配合饲料蛋氨酸含量“≥0.4%”,如表14所示有92.64%的样本满足此条件。鲫鱼育成鱼配合饲料蛋氨酸含量“≥0.3%”,如表14所示有95.74%的样本满足此条件。

5) 粗脂肪

脂类是鱼类生长发育过程中所必需的能量物质,并提供鱼类生长所需的必需脂肪酸、胆固醇及磷脂类营养物质。饲料中脂肪缺乏或含量不足,可导致鱼类代谢紊乱,蛋白利用效率下降,发生脂溶性维生素和必需脂肪酸缺乏症。

鲫对脂肪的需求见表15,以玉米油替代50%鱼油作为脂肪源,以增重率作为评价指标,异育银鲫鱼苗(初重约3.5 g)、幼鱼(初重约54 g)和育成鱼(初重约189 g)饲料脂肪最适水平分别在7.41%, 12.46%和12.12% (Zhou et al., 2014; 周建成, 2014)。过低的饲料脂肪水平不利于最佳生长性能的发挥,过高的饲料脂肪水平对生长有抑制作用。适宜的脂水平(8%-12%)可促进异育银鲫幼鱼期和养成前期的生长,增强脂肪利用率和脂代谢能力(费树站等, 2022)。

表 15 鲫对脂肪的需求

养殖品种	营养素	初始体重 (g)	需要量 (%)	文献
异育银鲫	粗脂肪	4.5	14.0	Pei et al. (2004)
中科3号	粗脂肪	3.5	7.3	Zhou et al. (2014)
中科3号	粗脂肪	55	12.5	周建成 (2014)
中科3号	粗脂肪	12.2	12.2	郭伟等 (未发表)
中科3号	粗脂肪	11.3	8	费树站等 (2022)
中科3号	粗脂肪	80	12	费树站等 (2022)
中科3号	粗脂肪	2.85	4.56-8.0	何吉祥等 (2014)
中科3号	粗脂肪	2.05	9.9	
中科3号	粗脂肪	17.0	4.08-6.92	王爱民等 (2010)
额尔齐斯河银鲫	粗脂肪	52.8	8.5-10.4	高攀等 (2021)
方正银鲫	粗脂肪	23.3	7.6	桑永明 (2018)
芙蓉鲤鲫	粗脂肪	2.04	6.94	何志刚等 (2016)
芙蓉鲤鲫	粗脂肪	8.86	14	陈林 (2016)
芙蓉鲤鲫	粗脂肪	55.5	18	陈林 (2016)

有关饲料的粗脂肪含量，本项目组共收集到鱼苗配合饲料的数据48个、幼鱼配合饲料数据294个和育成鱼前期配合饲料数据1017个。不同产品样本粗脂肪含量的检测值分布情况见图18-20。

鲫鱼鱼苗配合饲料粗脂肪含量分布

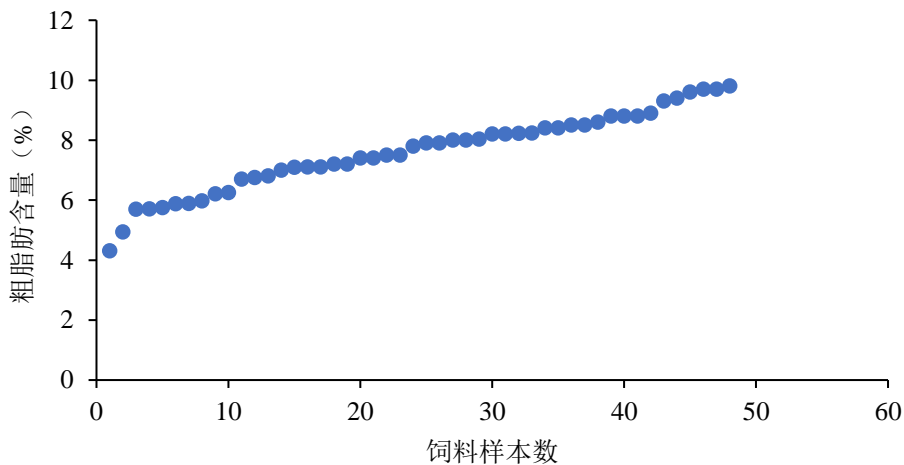


图 19 鲫鱼鱼苗配合饲料粗脂肪含量分布

如图19所示，鲫鱼鱼苗配合饲料的粗脂肪含量范围为4.30%-9.80%，分布范围非常大。

鲫鱼幼鱼配合饲料粗脂肪含量分布

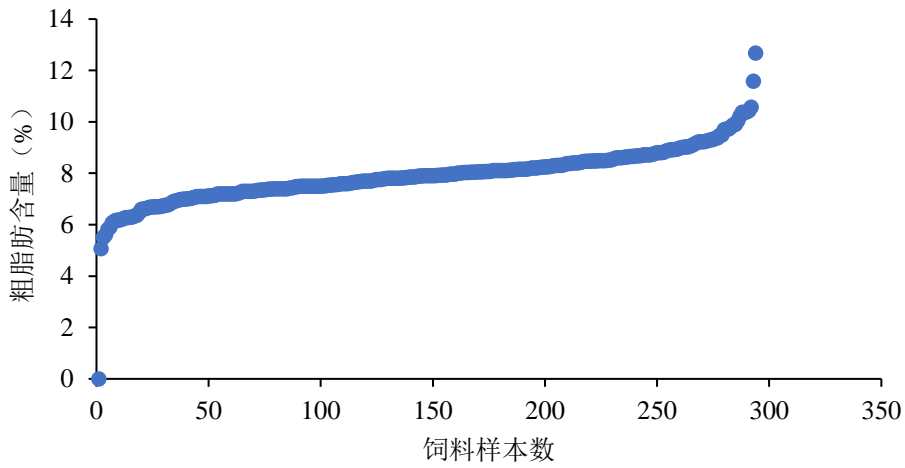


图 20 鲫鱼幼鱼配合饲料粗脂肪含量分布

如20所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的粗脂肪含量范围为5.0%-12.7%。

鲫鱼育成鱼配合饲料粗脂肪含量分布

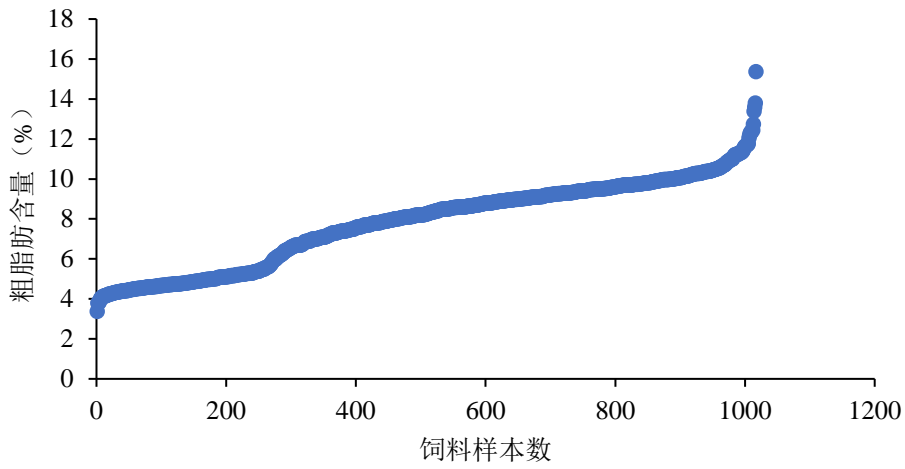


图 21 鲫鱼育成鱼配合饲料粗脂肪含量分布

如图21所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的粗脂肪含量范围为3.38%-15.37%。

表16 鲫鱼各阶段配合饲料粗脂肪含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≥4.0	48	100	≥5.0	294	100	≥4.0	1012	99.51
≥5.0	46	95.83	≥6.0	288	97.96	≥5.0	840	82.60
≥6.0	40	83.33	≥7.0	256	87.07	≥6.0	744	73.16
≥7.0	35	72.92	≥8.0	134	45.58	≥7.0	685	67.35
≥8.0	22	45.83	≥9.0	34	11.56	≥8.0	559	54.97
≥9.0	6	12.50	≥10.0	9	3.06	≥9.0	369	36.28
样本总数	48		样本总数	294		样本总数	1017	

将鲫鱼鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育成鱼配合饲料的粗脂肪含量分别进行分段统计和分析，结果见表16。从数据分布情况可以看出，各个阶段的饲料产品粗脂肪含量的范围分布均很大，可见鲫鱼商品饲料的油脂应用存在多种策略。考虑到不同地区水温差异和养殖模式不同，以及本标准对粗脂肪指标确定的是以“下限”为原则，结合上述相关研究结果和饲料统计结果，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料粗脂肪含量“≥8.0%”**，如表16所示有45.83%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料粗脂肪含量“≥7.0%”**，如表16所示有87.07%的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料粗脂肪含量“≥6.0%”**，如表16所示有73.16%的样本满足此条件。

6) 粗灰分

有关饲料的粗灰分含量，本项目组共收集到鱼苗配合饲料数据48个、幼鱼配合饲料数据301个和育成鱼配合饲料数据9403个。不同产品样品实际粗灰分含量的检测值分布情况如图22-24。

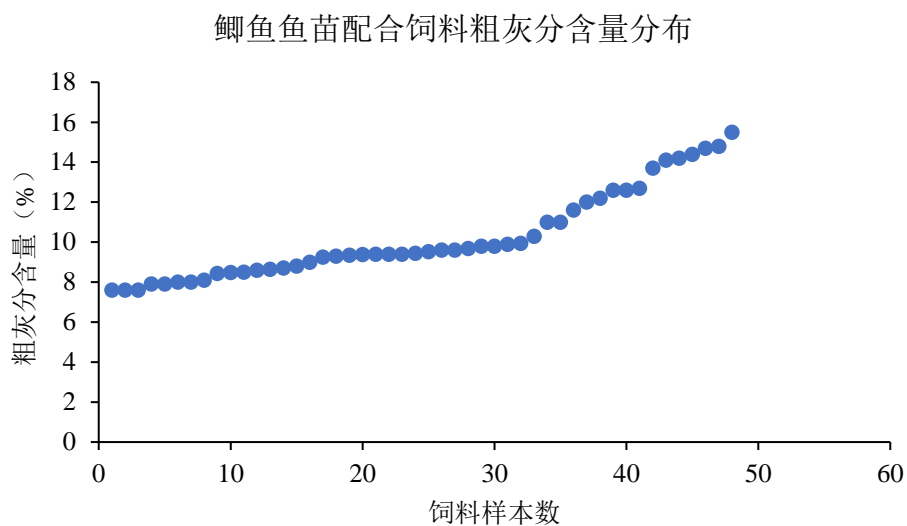


图 22 鲫鱼鱼苗配合饲料粗灰分含量分布

如图22所示，鲫鱼鱼苗配合饲料的粗灰分含量范围为7.60%-15.50%，分布范围非常大。

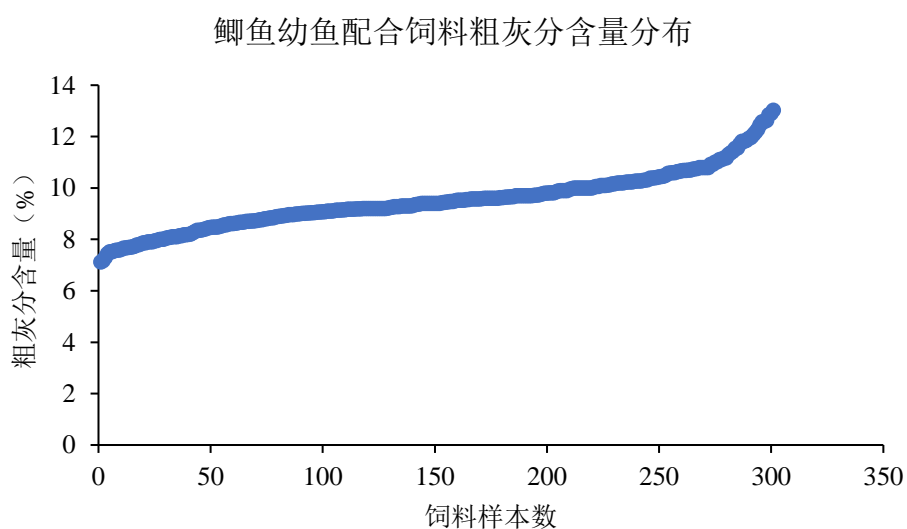


图 23 鲫鱼幼鱼配合饲料粗灰分含量分布

如图23所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的粗灰分含量范围为7.17%-13.02%，分布范围也很大。

鲫鱼育成鱼配合饲料粗灰分含量分布

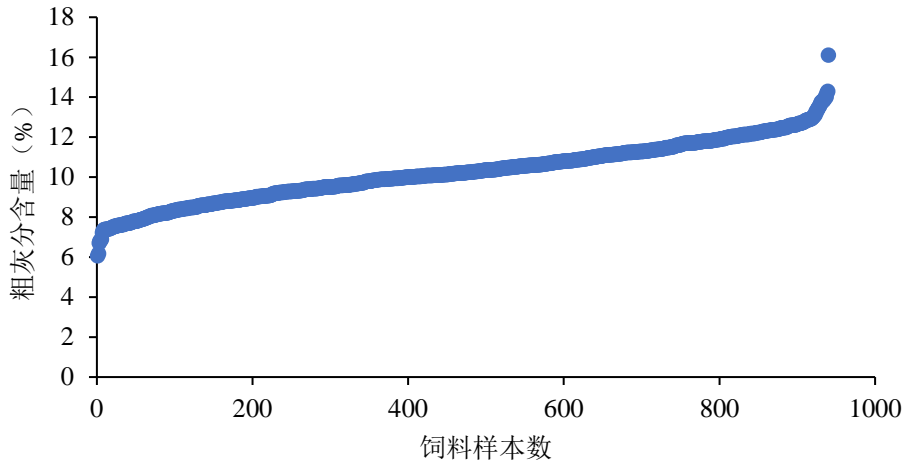


图 24 鲫鱼育成鱼配合饲料粗灰分含量分布

如图24所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的粗灰分含量范围为6.06%-16.10%，分布范围很广。

表17 鲫鱼各阶段配合饲料粗灰分含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≤9	16	33.33	≤8	28	9.3	≤8	66	7.02
≤10	32	66.67	≤9	90	29.9	≤9	204	21.7
≤11	35	72.92	≤10	220	73.09	≤10	406	43.19
≤12	37	77.08	≤11	274	91.03	≤11	638	67.87
≤13	41	85.42	≤12	291	96.68	≤12	812	86.38
≤14	42	87.50	≤13	300	99.67	≤13	920	97.87
≤15	47	97.92	≤14	301	100	≤14	937	99.68
样本总数	48		样本总数	301		样本总数	940	

粗灰分是指饲料中的无机盐和杂质含量（如砂、土等），是评价饲料营养物质浓度高低的指标之一。将鲫鱼鱼苗配合饲料、幼鱼配合饲料和育成鱼配合饲料的粗灰分含量分别进行分段统计和分析，结果见表17。通过分析后本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料粗灰分含量“≤13%”**，如表17所示有85.42%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料粗灰分含量“≤13%”**，如表17所示有99.67%的

样本满足此条件；鲫鱼育成鱼配合饲料粗灰分含量“ $\leq 13\%$ ”，如表17所示有97.87%的样本满足此条。

7) 粗纤维

有关饲料的粗纤维含量，本项目组共收集到鱼苗配合饲料数据30个、幼鱼配合饲料数据75个和育成鱼配合饲料数据370个。不同产品样品实际粗纤维含量的检测值分布情况如图25-27。

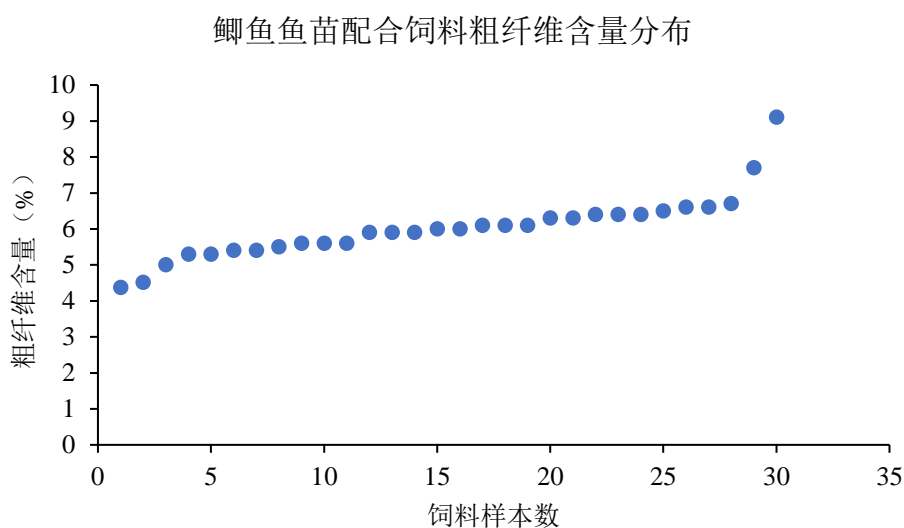


图25 鲫鱼鱼苗配合饲料粗纤维含量分布

如图25所示，鲫鱼鱼苗配合饲料的粗纤维含量范围为4.37%-9.1%，分布范围较大。

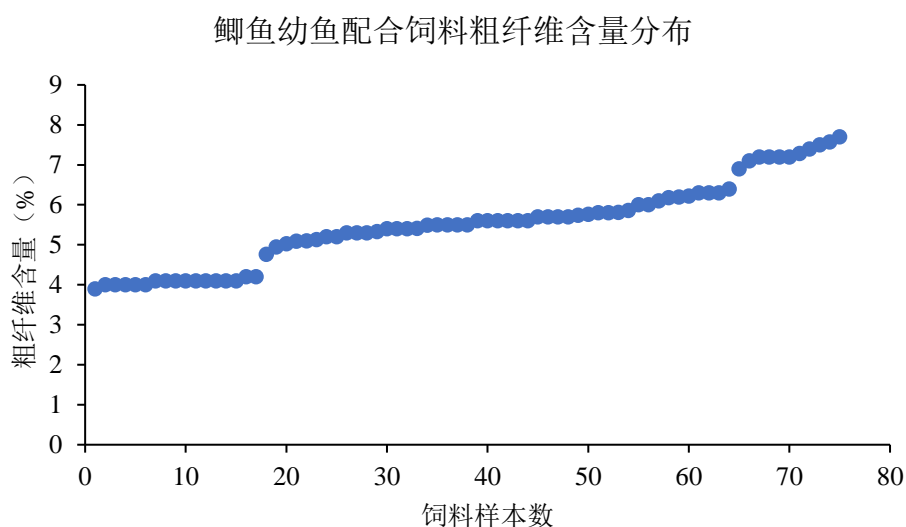


图26 鲫鱼幼鱼配合饲料粗纤维含量分布

如图26所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的粗纤维含量范围为3.9%-7.7%，分布范围很大。

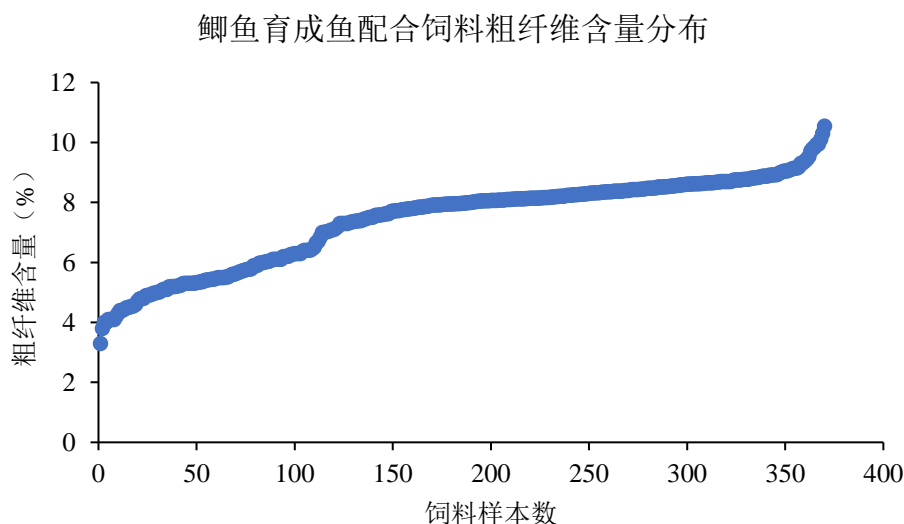


图27 鲫鱼幼鱼配合饲料粗纤维含量分布

如图27所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的粗纤维含量范围为3.3%-10.54%，分布范围很大。

表18 鲫鱼各阶段配合饲料粗纤维含量分段统计

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≤5	3	10.00	≤4	1	1.33	≤5	30	8.11
≤6	16	53.33	≤5	20	26.67	≤6	84	22.7
≤7	29	96.67	≤6	56	74.67	≤7	115	31.08
≤8	29	96.67	≤7	65	86.67	≤8	190	51.35
≤9	30	100	≤8	75	100	≤9	347	93.78
样本总数	30		样本总数	75		样本总数	370	

饲料中适量的粗纤维有助于动物的肠道蠕动和饲料的消化、吸收。鲫鱼在生长过程中存在食性转变，苗种为杂食性，饲料中有一定用量的动物原料；成鱼阶段为草食性，饲料中绝大部分为植物性原料，植物性原料的粗纤维含量较高。通过数据统计分析，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料粗纤维含量“≤7%”**，如表18所示有96.67%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料粗纤维含量**

“ $\leq 8\%$ ”，如表18所示有100%的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料粗纤维含量**“ $\leq 9\%$ ”，如表18所示有93.78%的样本满足此条件。

8) 总磷

磷是鱼体内含量最多的无机元素之一，是构成其骨骼、齿等的主要成份。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，不仅可以满足鲫鱼的营养需求，还可以降低饲料成本。有关不同阶段鲫鱼磷需要量的研究报道见表19。

表19 不同生长阶段鲫鱼对饲料磷的需要量

鲫鱼规格(g)	原料来源	总磷需求 (%)	可消化磷需求 (%)	文献
6.5	酪蛋白、糊精	0.92-1.22		汤峥嵘等 (1998)
13.48	鱼粉、明胶、淀粉		1.337-1.506	Xie et al. (2016)
43.80	鱼粉、明胶、淀粉		0.672-1.069	Xie et al. (2017)
168.4	鱼粉、明胶、淀粉		0.0837-1.025	谢东东 (2016)

有关饲料的总磷含量，本项目组共收集到鲫鱼鱼苗配合饲料数据43个、幼鱼配合饲料数据278个和育成鱼配合饲料数据561个，不同产品样品实际总磷含量的检测值分布情况如图27-29。

鲫鱼鱼苗配合饲料总磷含量分布

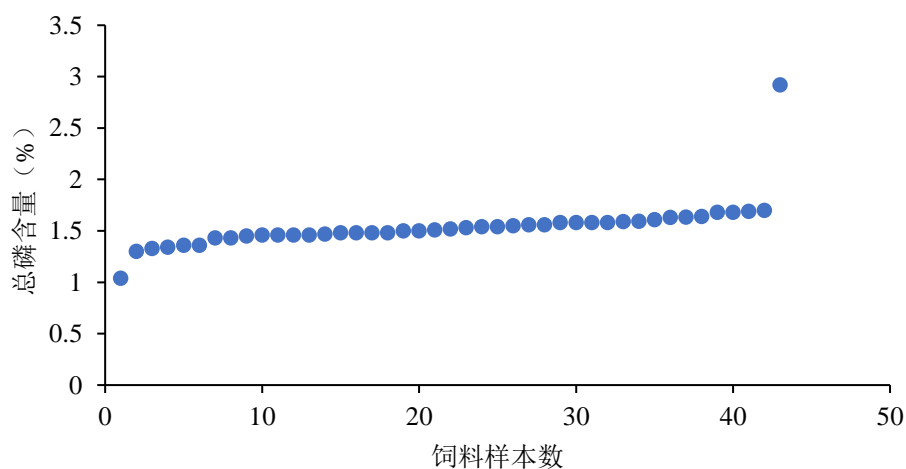


图28 鲫鱼鱼苗配合饲料总磷含量分布

如图28所示，鲫鱼鱼苗配合饲料的总磷含量范围为1.04%-2.92%。

鲫鱼幼鱼配合饲料总磷含量分布

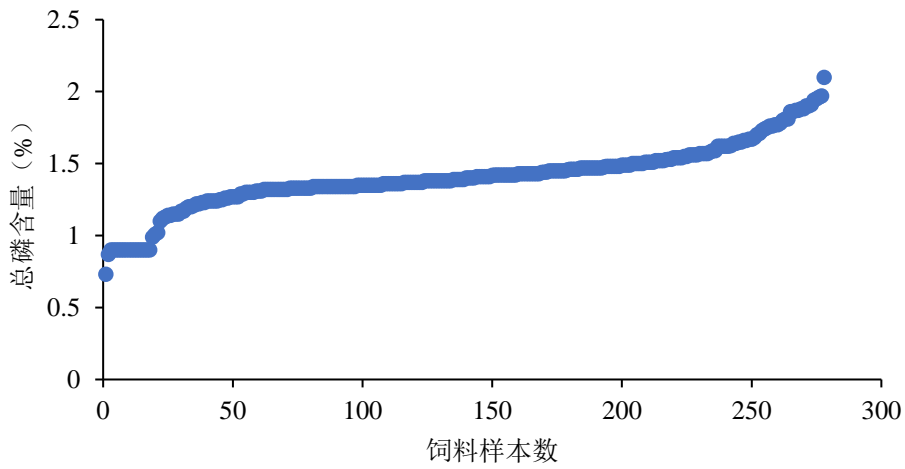


图29 鲫鱼幼鱼配合饲料总磷含量分布

如图29所示，鲫鱼幼鱼配合饲料的总磷含量范围为0.73%-2.10%。

鲫鱼育成鱼配合饲料总磷含量分布

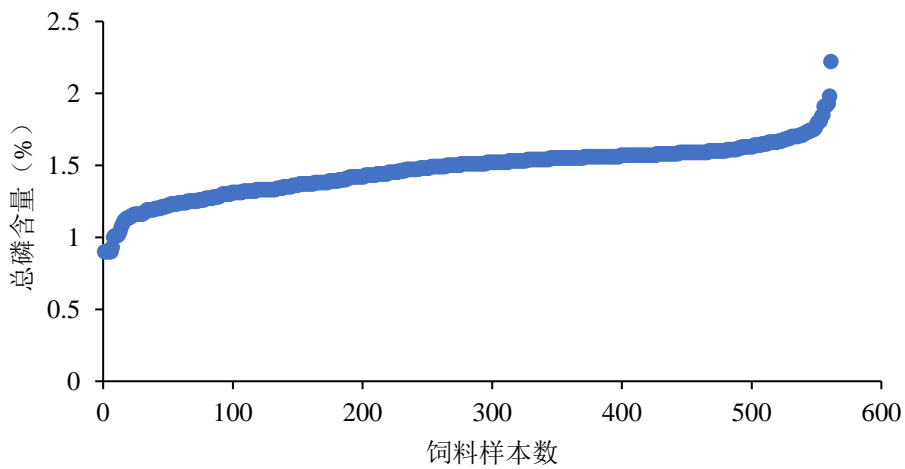


图30 鲫鱼育成鱼配合饲料总磷含量分布

如图30所示，鲫鱼育成鱼配合饲料的总磷含量范围为0.9%-2.22%。

表20 鲫鱼鱼苗配合饲料总磷含量分段统计结果

条件 %	样本数	比例 %	条件 %	样本数	比例 %
≥ 1.0	43	99.15	≤ 1.8	42	99.15
≥ 1.1	42	97.44	≤ 1.7	42	95.73
≥ 1.2	42	87.44	≤ 1.6	34	88.03
≥ 1.3	42	94.87	≤ 1.5	20	64.96
≥ 1.4	37	89.74	≤ 1.4	6	41.88
≥ 1.5	25	79.49	≤ 1.3	2	24.79
≥ 1.6	9	58.97	≤ 1.2	2	11.11
≥ 1.7	2	39.32	≤ 1.1	1	5.13
$1.2 \leq P \leq 1.6$	33	76.74	$1.2 \leq P \leq 1.7$	41	95.34
$1.3 \leq P \leq 1.6$	33	76.74	$1.3 \leq P \leq 1.7$	41	95.34
$1.4 \leq P \leq 1.6$	28	65.12	$1.4 \leq P \leq 1.7$	36	83.72
样本总数	43				

表21 鲫鱼幼鱼配合饲料总磷含量分段统计结果

条件 %	样本数	比例 %	条件 %	样本数	比例 %
≥ 0.8	277	98.77	≤ 2.0	277	94.24
≥ 0.9	276	97.94	≤ 1.9	272	90.95
≥ 1.0	259	97.12	≤ 1.8	262	80.66
≥ 1.1	257	95.06	≤ 1.7	252	60.49
≥ 1.2	246	90.53	≤ 1.6	236	36.63
≥ 1.3	224	78.6	≤ 1.5	208	23.87
≥ 1.4	139	64.2	≤ 1.4	143	9.47
≥ 1.5	75	43.62	≤ 1.3	58	4.94
≥ 1.6	42	22.22	≤ 1.2	34	3.29
≥ 1.7	27	9.47	≤ 1.1	22	2.47
≥ 1.8	17	6.17	≤ 1.0	19	1.23
≥ 1.9	8	88.89	≤ 0.9	16	92.18
≥ 2.0	1	88.07	≤ 0.8	1	91.36
$0.9 \leq P \leq 1.7$	250	89.93	$0.9 \leq P \leq 1.8$	260	93.53
$1.0 \leq P \leq 1.7$	233	83.81	$1.0 \leq P \leq 1.8$	243	87.41
$1.1 \leq P \leq 1.7$	231	83.09	$1.1 \leq P \leq 1.8$	241	86.69
样本总数	277				

表22 鲫鱼育成鱼配合饲料总磷含量分段统计结果

条件 %	样本数	比例 %	条件 %	样本数	比例 %
≥0.9	561	100	≤2.0	560	99.82
≥1.0	554	98.75	≤1.9	555	98.93
≥1.1	546	97.33	≤1.8	550	98.04
≥1.2	522	93.05	≤1.7	536	95.54
≥1.3	470	83.78	≤1.6	480	85.56
≥1.4	380	67.74	≤1.5	275	49.02
≥1.5	297	52.94	≤1.4	187	33.33
≥1.6	93	16.58	≤1.3	98	17.47
≥1.7	31	5.53	≤1.2	44	7.84
≥1.8	11	1.96	≤1.1	15	2.67
≥1.9	6	1.07	≤1.0	8	1.43
≥2.0	1	0.18	≤0.9	6	1.07
0.9≤P≤1.7	536	95.54	0.9≤P≤1.8	552	98.4
1.0≤P≤1.7	529	94.3	1.0≤P≤1.8	545	97.15
1.1≤P≤1.7	521	92.87	1.1≤P≤1.8	537	95.72
样本总数	561				

过高的磷含量如果消化利用率低的话，会导致养殖水域总磷输入量的增加，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。虽然目前鲫鱼配合饲料大量使用植物原料，其中的植酸磷利用效率低于磷需求研究报告中实验饲料的磷利用率，但同时水产饲料植酸酶应用技术日益成熟，结合上述相关研究结果和饲料统计结果，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料总磷含量“1.2%-1.7%”**，如表20所示有95.34%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料总磷含量“0.9%-1.8%”**，如表21所示有93.53%的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料总磷含量“0.9%-1.7%”**，如表22所示有95.54%的样本满足此条件。

9) 可消化磷

鲫鱼是无胃鱼，缺乏一个利于磷化合物溶解的酸性环境。此外，鲫鱼的肠道结构简单，减少了消化酶作用的时间和强度，影响磷的消化率。不同饲料原料的磷利用率存在明显差异。磷利用率的变化在很大程度上是由磷的来源决定的。为了减少磷排放，在配制饲料时尽量使用可消化磷含量高的蛋白源。生产中常通过饲料中添加无机磷以满足鱼类对磷的营养需要。

有关饲料可消化磷含量，本项目组测定鱼苗配合饲料 3 种，幼鱼配合饲料

4种，育成鱼配合饲料12种。

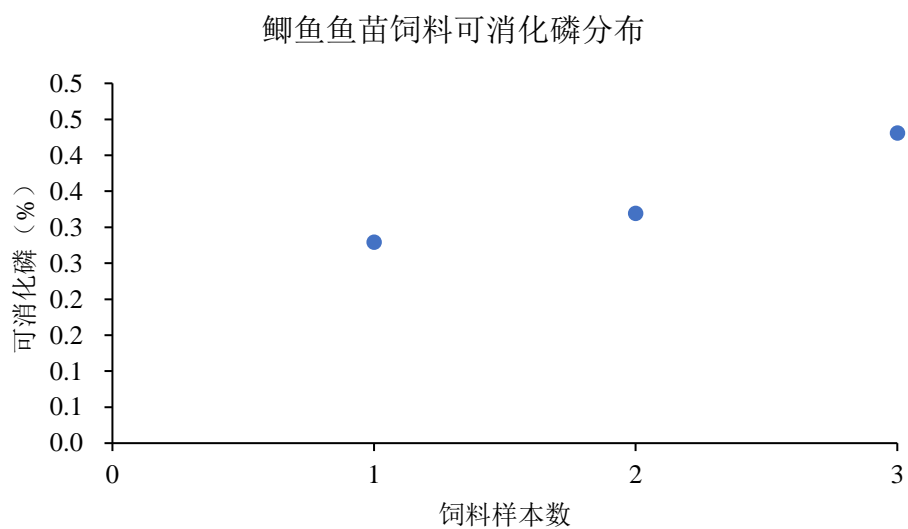


图31 鲫鱼幼鱼配合饲料可消化磷含量分布

如图 31 所示，鲫鱼鱼苗鱼配合饲料可消化磷含量范围为 0.28-0.43%，平均值为 0.34%。

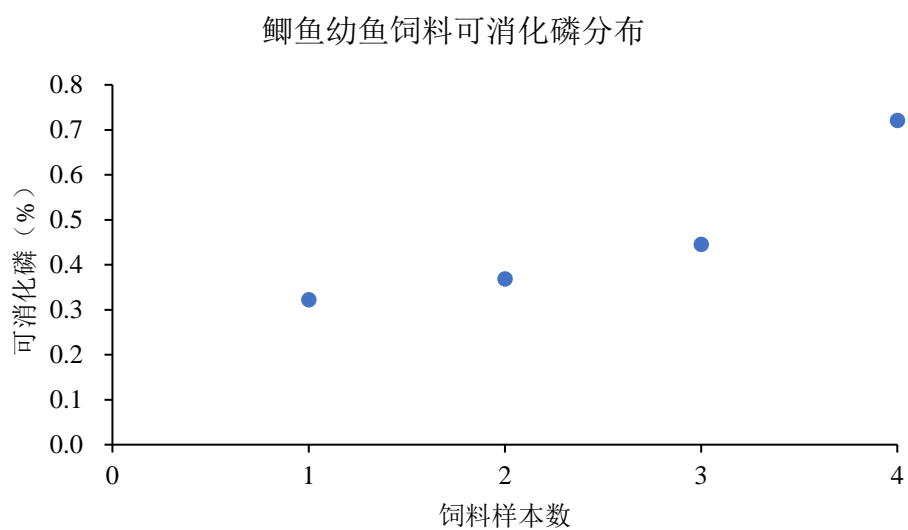


图32 鲫鱼幼鱼配合饲料可消化磷含量分布

如图 32 所示，鲫鱼幼鱼配合饲料可消化磷含量范围为 0.32-0.72%，平均值为 0.46%。

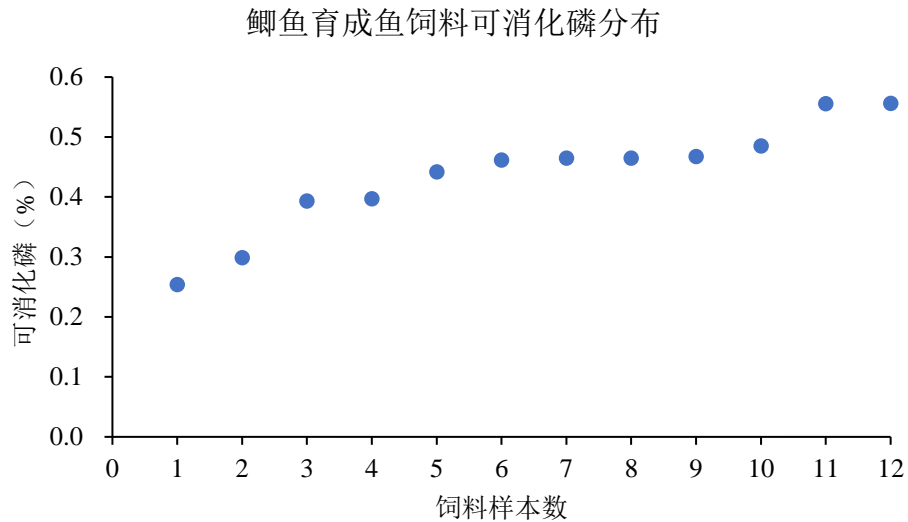


图33 鲫鱼育成鱼配合饲料可消化磷含量分布

如图 33 所示，鲫鱼幼鱼配合饲料可消化磷含量范围为 0.25-0.56%，平均值为 0.44%。

表23 鲫鱼配合饲料可消化磷含量统计结果

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%	条件%	样本数	比例%
≥0.4	1	33.33	≥0.4	2	50	≥0.4	8	66.67
样本总数	3		样本总数	4		样本总数	12	

结合上述相关研究结果，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料可消化磷含量“≥0.4%”**，如表23所示有33.33%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料总磷含量“≥0.4%”**，如表23所示有50%的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料总磷含量“≥0.4%”**，如表23所示有66.67%的样本满足此条件。

10) 组胺

组胺是有理的组氨酸经微生物的组胺脱羧酶作用而产生的一种生物胺，其在鱼粉中含量的高低是评价鱼粉新鲜度质量的重要指标。饲料中高组胺会使养殖动物产生不良的生理反应，对动物生长造成负面的影响。研究表明饲组胺水平大

于 103.50mg/kg 时对黄颡鱼的生理健康、胃黏膜细胞表明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（何杰等，2018）。

有关饲料组胺含量，本项目组测定鱼苗配合饲料 4 种，幼鱼配合饲料 5 种，育成鱼配合饲料 12 种。其中，鱼苗配合饲料 4 种，仅检出 1 种，组胺含量为 29.7 mg/kg，其余 3 种饲料未检出。幼鱼配合饲料 5 种，仅检出 1 种，组胺含量为 21.9 mg/kg，其余 4 种未检出。育成鱼配合饲料 12 种，有 5 种饲料未检出，检测出 7 种。

鲫鱼育成鱼配合饲料组胺含量分布

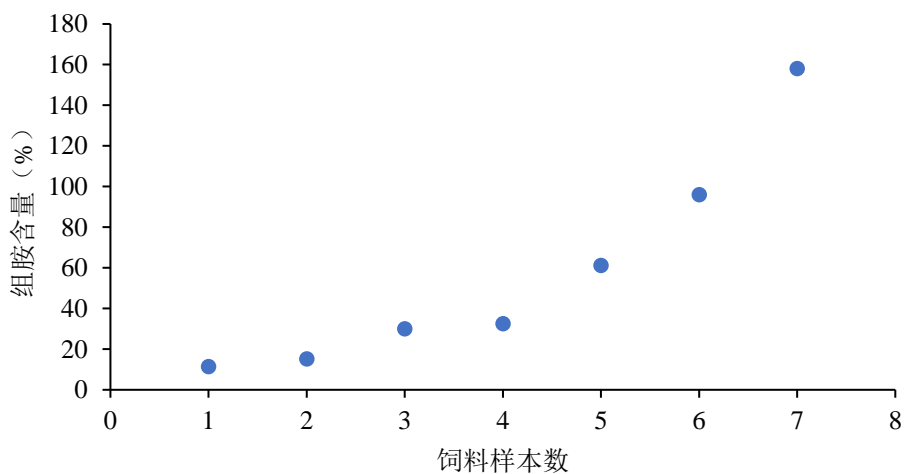


图34 鲫鱼育成鱼配合饲料组胺含量分布

如图 34 所示，育成鱼配合饲料组胺含量范围为 11.3-158 mg/kg，平均值为 57.71 mg/kg，分布范围较大。

表24 鲫鱼配合饲料组胺含量统计结果

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件 (mg/kg)	样本数	比例%	条件 (mg/kg)	样本数	比例%	条件 (mg/kg)	样本数	比例%
≤50	4	100	≤50	5	100	≤50	9	75
≤100	4	100	≤100	5	100	≤100	11	81.82
≤150	4	100	≤150	5	100	≤150	11	81.82
样本总数	4		样本总数	5		样本总数	12	

鲫鱼是杂食性鱼类，饲料中鱼粉含量较低。因此结合上述相关研究结果和饲料中的组胺含量，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料组胺含量“ $\leq 50 \text{ mg/kg}$ ”**，如表 24 所示有 100% 的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料组胺含量“ $\leq 50 \text{ mg/kg}$ ”**，如表 24 所示有 100% 的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料组胺含量“ $\leq 50 \text{ mg/kg}$ ”**，如表 24 所示有 75% 的样本满足此条件。

11) 丙二醛

丙二醛是油脂氧化酸败重要的有毒有害物质之一，可以与蛋白质产生交联作用，修饰蛋白，从而造成蛋白形态发生改变，导致细胞生理功能改变。因此，饲料中丙二醛的含量过高会对鱼体细胞造成损伤。在草鱼中的研究发现，丙二醛会引起肝胰脏应激，并通过干扰正常胆汁酸循环来干扰草鱼对脂肪的消化吸收，最终导致草鱼生长性能下降；此外，丙二醛会引起肝胰脏氧化应激，并可通过损伤肝胰脏细胞线粒体内部结构来损伤草鱼肝胰脏，增加其发生脂肪性肝炎机率，而鱼油其他氧化产物则是通过影响线粒体膜结构改变线粒体形态来损伤肝胰脏；饲料丙二醛及鱼油其他氧化产物均会损伤草鱼肠道绒毛和微绒毛来降低其消化吸收能力，还可损伤肠道紧密连接结构，增加肠道通透性（陈科全等，2016）。

有关饲料丙二醛含量，本项目组测定鱼苗配合饲料4种，幼鱼配合饲料5种，育成鱼配合饲料12种。

鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量分布

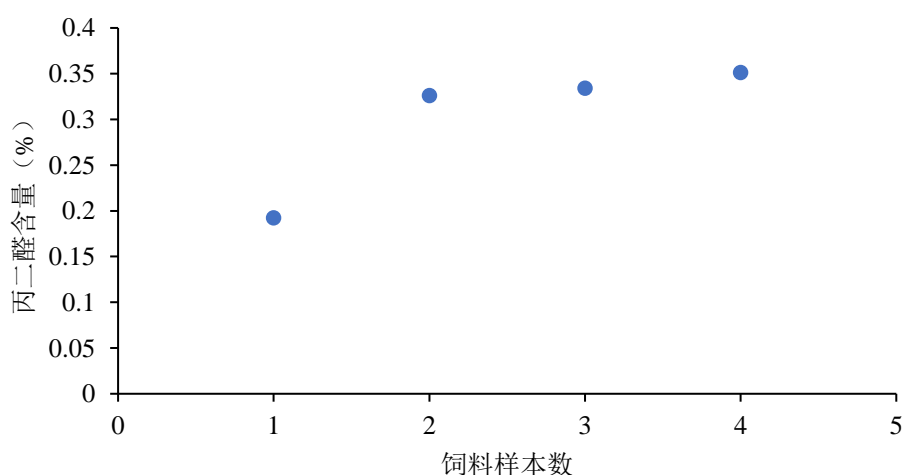


图35 鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量分布

如图35所示，鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量分布范围为0.19-0.35 mg/kg，平均丙二醛含量为0.30 mg/kg。

鲫鱼幼鱼配合饲料丙二醛含量分布

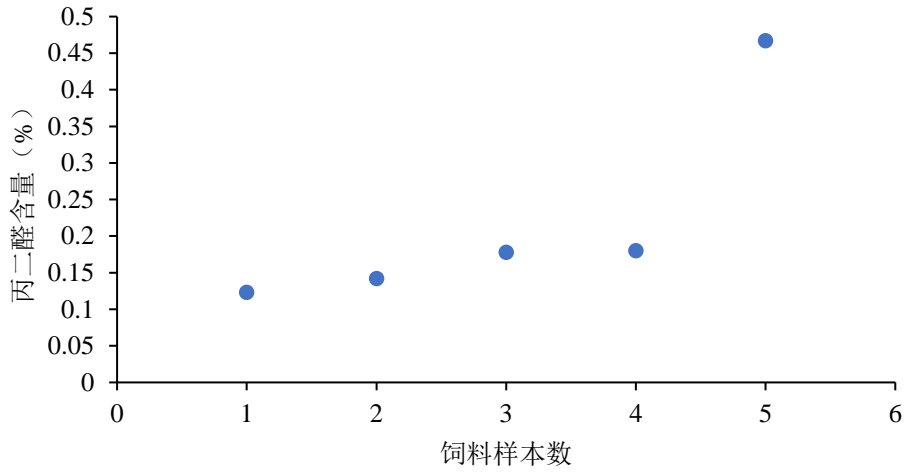


图36 鲫鱼幼鱼配合饲料丙二醛含量分布

如图36所示，鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量分布范围为0.12-0.47 mg/kg，平均丙二醛含量为0.22 mg/kg。

鲫鱼育成鱼配合饲料丙二醛含量分布

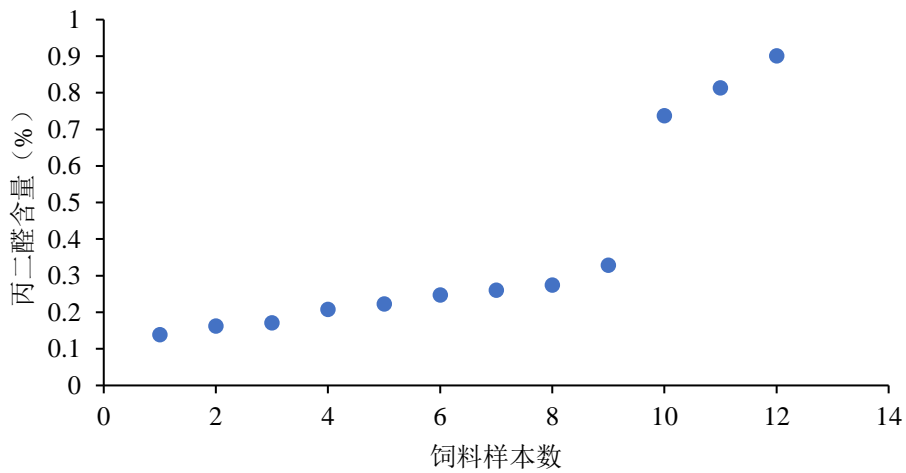


图37 鲫鱼育成鱼配合饲料丙二醛含量分布

如图37所示，鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量分布范围为0.14-0.90 mg/kg，平均丙二醛含量为0.37 mg/kg。

表25 鲫鱼配合饲料丙二醛统计结果

鱼苗配合饲料			幼鱼配合饲料			育成鱼配合饲料		
条件 (mg/kg)	样本 数	比 例%	条件 (mg/kg)	样本 数	比 例%	条件 (mg/kg)	样本 数	比例%
≤0.2	1	25	≤0.2	4	80	≤0.2	3	25
≤0.3	1	25	≤0.3	4	80	≤0.3	8	66.67
≤0.4	4	100	≤0.4	4	80	≤0.4	9	75
≤0.5	4	100	≤0.5	5	100	≤0.5	9	75
≤0.6	4	100	≤0.6	5	100	≤0.6	9	75
≤0.7	4	100	≤0.7	5	100	≤0.7	9	75
≤0.8	4	100	≤0.8	5	100	≤0.8	10	83.33
≤0.9	4	100	≤0.9	5	100	≤0.9	11	91.67
≤1.0	4	100	≤1.0	5	100	≤1.0	12	100
样本总数	4		样本总数	5		样本总数	12	

结合上述相关研究结果和饲料中的丙二醛含量，本标准规定：**鲫鱼鱼苗配合饲料丙二醛含量“≤1.0 mg/kg”**，如表 25 所示有 100%的样本满足此条件；**鲫鱼幼鱼配合饲料丙二醛含量“≤1.0 mg/kg”**，如表 25 所示有 100%的样本满足此条件；**鲫鱼育成鱼配合饲料丙二醛含量“≤1.0 mg/kg”**，如表 25 所示有 100%的样本满足此条件。

(4) 安全卫生指标

鲫鱼是国内重要的大宗淡水鱼消费品种，为了保证养殖过程中的鱼体健康以及食品安全，本标准的鲫鱼配合饲料要符合 GB13078《饲料卫生标准》中相应的规定。

4.3 检验方法

检验饲料中的各种成分含量必须通过试验检测，而不同试验方法可能会造成检测结果的误差，甚至出现不同的检测结果。为了避免上述情况，本标准按相关国家标准规定的统一试验方法进行。

4.4 检验规则与判定规则

根据国家质量技术监督机构与鲫鱼配合饲料生产企业的现行规则制定。

4.5 标签、包装、运输、贮存和保质期

本标准中产品的标签依据 GB10648 规定制定。包装、运输、贮存等，本标准主要参考了已经发布的同类标准，如《草鱼配合饲料》、《中华鳖配合饲料》、《鲈鱼配合饲料》等。依据鲫鱼配合饲料市场分布区域的气候环境特点以及产品性质，本标准规定保质期为：颗粒配合饲料 45 天，膨化配合饲料 60 天。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

1. 主要试验（或验证）的分析、综述报告

本标准的主要内容符合标准制定的相关基本原则，各大集团企业都采用本标准所规定方法对鲫鱼配合饲料的质量指标进行了检测，检测结果具有较好的重现性。

2. 技术经济论证和预期的经济效果

本标准充分借鉴国内外相关的标准及企业标准而制定，规定了鲫鱼配合饲料的混合均匀度、含粉率和溶失率等技术指标，可以使国内鲫鱼配合饲料的质量得到保证，并且使动物能从饲料中获得充足、全面的营养，而且不污染水质。因此，该标准的建立有着重要的经济效益和社会效益。

四、采用标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况无。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准与我国已颁发的有关饲料的法律、法规均无冲突关系。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性或推荐性标准的建议

标准的制定旨在规范鲫鱼配合饲料的质量与其市场操作行为，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，充分考虑现行市场鲫鱼配合饲料的市场特点（如养殖模式的差异导致对饲料产品的需求不同）和发展趋势（低蛋白节约饲料资源），因此建议以推荐性标准颁布、实施。标准在实施过程中根据国家相关法规与强制性标准的继续完善，相关指标、内容可根据国内外鲫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。

八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

1. 首先应在标准实施前保证标准文本的全面下发和宣传，尤其是在鲫鱼配合饲料的生产的主要消费区域，让与鲫鱼配合饲料生产、销售、监管相关的机构与部门都能及时了解鲫鱼配合饲料的最新标准要求。

2. 标准发布后，要分别就标准的不同使用对象，如生产厂家、质量监督部门、养殖户等，有侧重点地进行培训和宣传，以期更快运用实施。

3. 《鲫鱼配合饲料》由行标转至国标，本国家标准发布以后，行标（SC/T 1076-2004）作废。

4. 本标准自颁布至实施的过渡期拟定为 2 个月。

九、废止现行有关标准的建议

《鲫鱼配合饲料》（SC/T 1076-2004）作废。

十、其他应予说明的事项

无。

参考文献

- 陈科全, 叶元土, 蔡春芳, 吴萍, 黄雨薇, 吴韬, 林秀秀, 罗其刚, 张宝彤, 萧培珍, 周亚琴. 饲料丙二醛对草鱼生长、肝胰脏及肠道结构和功能的影响. 水生生物学报, 2016, 40(4): 779-792.
- 陈林. 芙蓉鲤鲫饲料适宜蛋白质、脂肪及淀粉含量. 安徽大学硕士学位论文, 2016.
- 费树站, 巫丽云, 郭伟, 刘昊昆, 韩冬, 金俊琰, 杨云霞, 朱晓鸣, 解绶启. 饲料脂肪水平对长养殖周期异育银鲫“中科3号”生长和脂代谢的影响. 水生生物学报, 2022, 46(1): 48-57.
- 何吉祥, 崔凯, 徐晓英, 陈静, 吴明林, 蒋阳阳. 异育银鲫幼鱼对蛋白质、脂肪及碳水化合物需求量的研究. 安徽农业大学学报, 2014, 41(1): 30-37.
- 何杰, 吴代武, 叶元土, 蔡春芳, 吴萍, 罗其刚, 浦琴华. 饲料组胺水平对黄颡鱼生长性能、血清生化指标和胃肠道黏膜结构的影响. 动物营养学报, 2018, 30(7): 2581-2593.
- 贾鹏, 薛敏, 朱选, 刘海燕, 吴秀峰, 王嘉, 郑银桦, 徐美娜. 饲料蛋氨酸水平对异育银鲫幼鱼生长性能影响的研究. 水生生物学报, 2013, 37(2): 217-226.
- 刘颖. 饲料蛋白水平和蛋白质量对彭泽鲫养殖全期生长的影响. 中国农业科学院硕士论文, 2008.
- 农业农村部渔业渔政管理局. 2022 中国渔业统计年鉴. 2022, 中国农业出版社.
- 钱雪桥, 崔奕波, 解绶启, 雷武, 薛敏. 养殖鱼类饲料蛋白需要量的研究进展. 水生生物学报, 2002, 26:410-416.
- 钱雪桥. 长吻鮠 (*Leiocassis longirostris Günther*) 和异育银鲫 (*Carassius auratus gibelio*) 饲料蛋白需求的比较营养能量学研究. 中国科学院水生生物研究所博士论文, 2001.
- 桑永明, 杨瑶, 尹航, 武玉如, 尹海富. 饲料蛋白水平对方正银鲫幼鱼生长、体成分、肝脏生化指标和肠道消化酶活性的影响. 水生生物学报, 2018, 4(4): 736-743.
- 汤峥嵘, 王道尊. 异育银鲫及青鱼对饲料中钙、磷需要量的研究. 上海水产大学学报, 1998, 7: 140-147.
- 涂永芹. 不同规格异育银鲫对饲料赖氨酸和精氨酸利用的比较研究. 中国科学院水生生物研究所博士学位论文, 2015.
- 王金龙, 何志刚, 伍远安, 李传武, 李邵明, 唐湘北. 饲料蛋白水平对芙蓉鲤鲫幼鱼生长和体组成的影响. 饲料研究, 2013, (8): 1-4.
- 王鑫, 薛敏, 王嘉, 郑银桦, 吴秀峰, 韩芳, 吴立新. 养成期异育银鲫对饲料赖氨酸的需求量. 动物营养学报, 2014, 26(7): 1864-1872.
- 谢东东. 不同规格异育银鲫“中科3号”对饲料磷需求量及利用的研究. 中国科学院大学博士学位论文, 2016.
- 许文婕. 不同品系鲫对不同饲料蛋白源利用的比较研究. 中国科学院大学博士学位论文, 2017.

- 叶文娟. 不同规格异育银鲫饲料蛋白需求的比较研究. 中国科学院水生生物研究所博士学位论文, 2013.
- 周建成. 不同规格异育银鲫饲料脂肪需求及脂肪代谢研究. 中国科学院水生生物研究所博士学位论文, 2014.
- 周贤君, 解绶启, 谢从新, 雷武, 朱晓鸣. 异育银鲫幼鱼对饲料中赖氨酸的利用及需要量研究. 水生生物学报, 2006, 30(3): 247-255.
- 周贤君. 异育银鲫对晶体赖氨酸和蛋氨酸的利用及需求量研究. 华中农业大学硕士学位论文, 2005.
- Biao Yun, Xiaotong Yu, Min Xue, Ying Liu, Jia Wang, Xiufeng Wu, Fang Han, Xufang Liang. Effects of dietary protein levels on the long-term growth response and fitting growth models of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Animal Nutrition*, 2015, 1: 70-76.
- Dongdong Xie, Dong Han, Xiaoming Zhu, Yunxia Yang, Junyan Jin, Haokun Liu & Shouqi Xie. Dietary available phosphorus requirement of on-growing gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). *Aquaculture Nutrition*. 2017, 23, 1104-1112.
- Dongdong Xie, Xiaoming Zhu, Yunxia Yang, Dong Han, Jin Junyan, Shouqi Xie. Dietary available phosphorus requirement for juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CASIII). *Aquaculture Research*. 2018, 49, 1284-1292
- Jiancheng Zhou, Dong Han, Junyan Jin, Shouqi Xie, Yunxia Yang, Xiaoming Zhu. Compared to fish oil alone, a corn and fish oil mixture decreases the lipid requirement of a freshwater fish species, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture*. 2014, 428-429: 272-279
- Ke Ji, Juyun He, Hualiang Liang, Mingchun Ren, Xianping Ge, Karthik Masagounder. Response of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) to increasing levels of dietary lysine in zero fish meal diets. *Aquaculture Nutrition*, 2021, 27:49-62.
- Wenjuan Ye, Dong Han, Xiaomin Zhu, Yunxia Yang, Junyan Jin, Shouqi Xie. Comparative studies on dietary protein requirements of juvenile and on-growing gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) based on fishmeal-free diets. *Aquaculture Nutrition*. 2015, 21: 286-299.
- Wenjuan Ye, Dong Han, Xiaoming Zhu, Yunxia Yang, Junyan Jin, Shouqi Xie. Comparative study on dietary protein requirements for juvenile and pre-adult gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). *Aquaculture Nutrition*. 2016, 23: 755-765.
- Xin Wang, Min Xue, C. FIGUEIREDO-SILVA, Yinghua Zheng, Xiufeng Wu, Fang Han, Kangsen Mai. Dietary methionine requirement of the pre-adult gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) at a constant dietary cystine level [J]. *Aquaculture Nutrition*, 2016 22; 509-516.
- Xiqin He, Lizhu Jia, Zhongjie Li, Yunxia Yang. 1988. Nutrient requirements of juvenile allogenic crucian carp, *Carassius auratus gibelio*. In: Ryans, R. (Ed.), *Proceeding of an International Symposium, Guangzhou, P.R.C., Fish Physiology, Fish Toxicology and Fisheries Management*. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia, 30613., Athens, Georgia, pp. 73e87.
- Yongqin Tu, Shouqi Xie, Dong Han, Yunxia Yang, Junyan Jin, Haokun Liu, Xiaoming Zhu. Growth performance, digestive enzyme, transaminase and GH-IGF-I axis gene responsiveness to different dietary protein levels in broodstock allogenic gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) CAS III. *Aquaculture*. 2015, 446, 290-297
- Zhihua Pei, Shouqi Xie, Wu Lei, Xiaoming Zhu, Yunxia Yang, 2004. Comparative study on the effect of dietary lipid level on growth and feed utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Günther). *Aquaculture Nutrition*, 10:209-216.