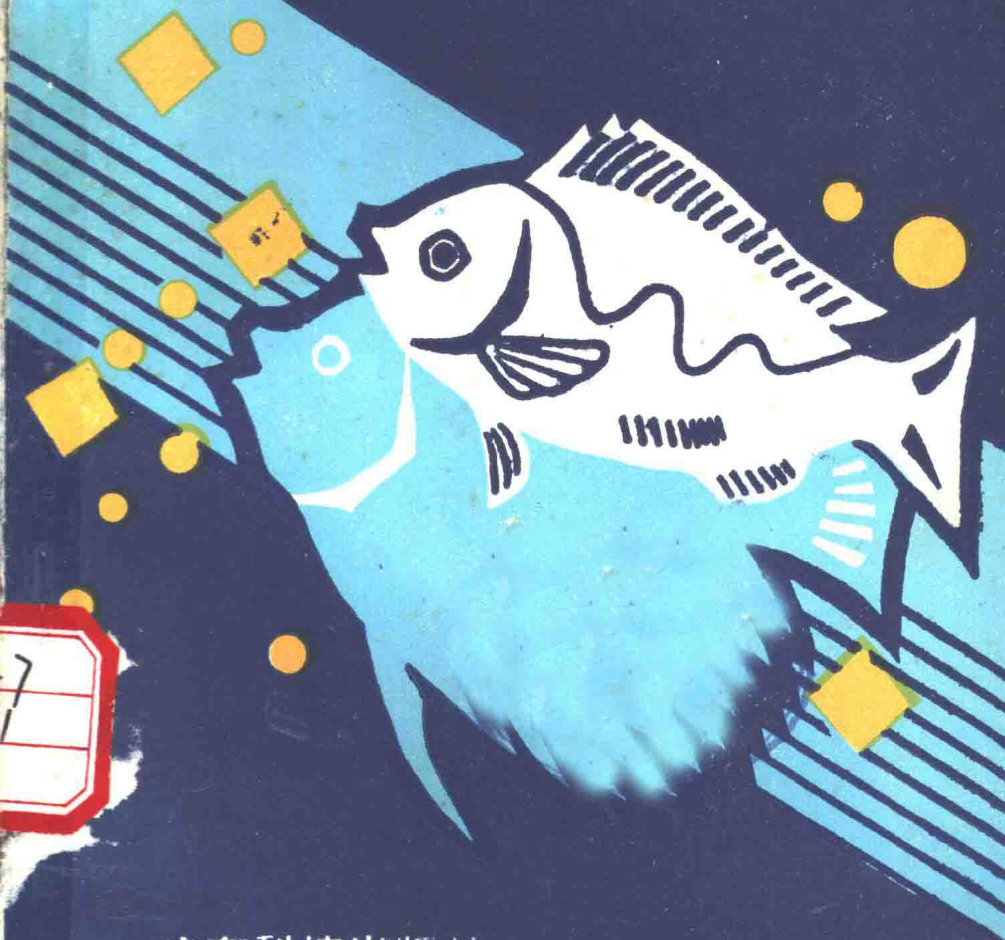


鱼类配合饲料

陈醒泰 成燕霞 编著



广东科技出版社

鱼类配合饲料

陈醒泰 戚燕霞 编著

广东科技出版社

鱼类配合饲料
YULEI PEIHE SILIAO

陈醒泰 戚燕霞 编著

•

广东科技出版社出版发行

广东省新华书店经销

广东第二新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 4.125印张 85,000字

1989年10月第1版 1989年10月第1次印刷

印数1— 3,700册

ISBN7—5359—0490—4

S·55 定价1.50元

内 容 简 介

鱼类配合饲料，是一种新兴的养鱼饲料，它能以最少的饲料成本、最佳的营养配比，取得较多的增肉量和较高的经济效益。

本书比较系统地介绍了鱼类配合饲料的研究状况与特征，鱼类的消化生理，鱼类对各种营养素的要求，鱼类配合饲料的主要原料、测试技术与科学配方、加工工艺与合理应用、管理与贮藏以及原料成分、原料中氨基酸含量等。

本书文字简洁，内容丰富适用，适合于水产养殖场职工、养鱼专业户、乡镇居民、农民和水产学校师生参考使用。

前 言

鱼类配合饲料是根据不同的养殖鱼类及其不同生长阶段的营养需要，采用多种饲料原料加工配制而成的复合性饲料。60年代以来，世界水产养殖发展迅速，单位面积产量大幅度上升，其原因除了采用新的养殖技术外，最主要的是鱼类配合饲料的出现及广泛应用的结果。

鱼类配合饲料的出现，是现代养殖技术的重大突破。因为这种饲料是运用现代鱼类生理学、生物化学与营养学的最新成就，按照各种鱼类的营养需要，采用科学配方进行配制，具有天然饲料和人工调剂饲料不可比拟的优点，可显著地提高饲料中的各种营养素，特别是提高蛋白质与氨基酸的利用率，使之营养全面，生物学价值大，消化利用率高。日本养鲤配合饲料每增长1公斤鱼肉消耗蛋白质为450~550克。日本諏访湖网箱养鲤平均每立方米产鱼74.1公斤，最高产量288公斤；群馬县流水养鱼产量达210公斤/平方米。美国沃尔索养鱼工厂使用配合饲料养殖鲇鱼，单产119公斤/立方米；养鲇210公斤/立方米。联邦德国著名的施特勒-马帝克密闭式循环养鱼装置，饲养虹鳟的产量高达390公斤/立方米。

鱼类配合饲料，始自美国。1950年以来，麦克拉伦、华尔夫、海尔佛等人，对鲑鳟鱼类的营养要求，进行了一系列研究并配制出颗粒饲料，给日本的科研人员以很大的启迪；1957年，在日本大学、水产厅及县办试验场合作下，研制了

以北洋鱼粉为主要原料的虹鳟鱼配合饲料。目前,日本有20多个厂家生产鱼类配合饲料。苏联生产鱼类配合饲料始于1956年,开始主要用来饲养鲤鱼,后来发展到养殖其他品种。近二十年来又有新的进展,目前已有10多个研究所和高等院校从事这一方面的研究。

我国于1958年曾进行过鱼类配合饲料养鱼试验,但后来进展不快。直到1970年以后,才迅速发展。长江水产研究所和全国十多个省、市、自治区数十个单位,进行研究和应用配合饲料养鱼,取得了很好的效果。同时,上海渔具研究所设计研制了各种型号的颗粒饲料机,大大促进了鱼类配合饲料的应用和推广。

本书是作者多年来在实际的养殖生产中研究和应用配合饲料的经验总结,较为通俗、具体的阐述了鱼类配合饲料的基本原理和实用技术,同时也收集了国内外一些先进的技术资料充实本书的内容。可供水产养殖工作者、水产院校师生和水产科技人员参考应用。

本书插图由珠江水产研究所孟洁英同志绘制,谨表感谢。

编著者

1987年7月

目 录

第一章 鱼类配合饲料的研究状况与特征	1
一、当前鱼类配合饲料研究状况.....	1
二、鱼类配合饲料的特征.....	5
第二章 鱼类的消化生理	9
一、鱼类的食性和摄食.....	9
二、鱼类的消化率和吸收率.....	20
三、鱼类体内的物质代谢.....	25
第三章 鱼类对各种营养素的需求	32
一、蛋白质.....	33
二、脂肪.....	38
三、糖类.....	41
四、矿物质.....	46
五、维生素.....	51
第四章 鱼类配合饲料的主要原料	58
一、动物性蛋白质饲料.....	58
二、植物性蛋白质饲料.....	66
三、矿物质饲料.....	69
四、禾本科谷实类饲料.....	70
五、糠麸类饲料.....	71
六、糟渣类饲料.....	72
七、特殊添加剂.....	74
第五章 鱼类配合饲料的测试技术与科学配方	76

一、测试技术.....	76
二、科学配方.....	90
第六章 鱼类配合饲料的加工工艺与合理应用.....	100
一、加工工艺.....	100
二、合理应用.....	103
第七章 鱼类配合饲料的管理与贮藏.....	112
一、配合饲料的管理.....	112
二、配合饲料的贮藏.....	114
附 录.....	119
鱼类配合饲料的原料成分.....	119
鱼类配合饲料主要蛋白原料中氨基酸含量.....	122

第一章 鱼类配合饲料的研究 状况与特征

进行鱼类营养需求的研究，是鱼类配合饲料研究的理论基础。只有这个基础建立得牢固，才能使配合饲料的研究得以发展，达到以最少的饲料成本和最低的饲料系数，取得养殖鱼类的最多增肉量和获得最高的经济效益。

一、当前鱼类配合饲料研究状况

(一) 蛋白质最适量的研究

鱼类配合饲料的研究趋向于以蛋白质最适量以及氨基酸最适组合为中心的研究，朝着满足鱼类对营养的需要量更趋完善的方向发展。

国外对某些主养鱼类的营养与代谢生理进行了比较系统的研究，深入探讨了鱼类在不同生长阶段中对营养素的不同需要量；更重视不同原料的合理搭配，即所谓最佳配方，合理的日粮标准以及饲料的投喂方法。特别重视配合饲料的转化率，即所谓饲料系数。在强化饲养的条件下，美国饲养鲈鱼的饲料系数为1.3—1.8；日本养鲤的饲料系数为1.3—1.6。

美国、日本、苏联等国家对鲑鳟鱼、鳊鲃鱼、大马哈鱼、美洲斑点叉鲇鱼、鲤鱼等，在蛋白质、氨基酸、维生素、脂肪、糖类等需要量及缺乏病，均进行了广泛的研究，并利用

电子计算机科学处理与综合试验数据，使鱼类配合饲料的研究向纵深发展。计算机在配制配合饲料上的应用，使配合计算更加准确、简捷，为配合饲料的研制开拓了广阔的前途。但目前在我国，由于鱼类营养方面的基础理论还十分薄弱，不少问题非计算机所能解决，故应继续重视这方面的研究，提高基础理论的研究水平，为发展我国鱼类配合饲料工业提供可靠、扎实的科学数据。

（二）开发新的蛋白源的研究

饲料源的缺乏，在某种意义上说是蛋白质的缺乏。因此，除尽量讲究对其合理利用外，饲料工作者都从各方面寻找新的蛋白源。

单细胞蛋白是利用某些产品和废弃物作为微生物的培养基接种某些霉菌、酵母菌等任其大量繁殖，使之转变成菌体蛋白。这种菌体蛋白一般称之为单细胞蛋白。目前特别重视烃蛋白，这是以石油及化工产品——烷烃、甲醇、乙醇等为主要原料，借助于微生物的作用，转化为菌体蛋白，尤其是以甲醇生产的菌体蛋白为最重要。我国也在进行这方面的研制工作，并取得初步的效果。

此外，利用纸浆废液生产酵母，甚至利用禽粪培养单细胞蛋白饲料的工作也在进行。

以植物蛋白代替动物蛋白，特别是在国外所用的配合饲料多以鱼粉为主体，现已深感来源不足，正在研究以植物性蛋白源代替动物性蛋白。如以豆饼、花生麸、棉饼、小麦粉和苜蓿粉代替部分或大部分动物性蛋白，已取得较好的效果。如苏联在养殖虹鳟鱼的配合饲料中，将鱼粉含量由原占45%降至19.6%。大豆油粕和向日葵粕的含量由10%增至51%，

这样的配比，不仅降低了成本，而且饲养鱼的生长速度同食用原饲料大致相同。日本正进行以小麦粉等代替鱼粉和活饵的鱼类配合饲料的研究。特别是以添加某些植物性饲料所缺少的氨基酸，使之达到氨基酸平衡，又是节约蛋白质的重要发展途径。

以培育蚯蚓、蝇蛆、水蚤、线蚓、小球藻等作鱼类的补充饲料，也受到一些国家的重视并进行了研究。

(三) 粗纤维发酵的研究

据估计，全世界每年纤维素的产量约为100亿吨，如能经一定处理转化为单糖，进而通过微生物作用，再转化为菌体蛋白，制成为食品和饲料，其意义是重大的。因此，粗纤维发酵的研究，已为世界各国有关生物化学及微生物学者的重视。我国也进行了纤维素分解菌——绿色木霉的分离、育种，但转化率尚不高。也有人从担子菌中寻找分解纤维素的菌株，并取得了一定的成绩。

在研究草鱼的饲料中，广东中山大学以纤维素酶，分解蔗渣中的纤维素为单糖，再以白地霉、酵母菌利用这些单糖，使之迅速生长、繁殖，生产出一种蔗糖蛋白饲料；再配合其他原料，制成酶纤颗粒饲料，在养殖生产上应用已初见成效。

此外，我国尚有不少单位对农作物秸秆采用了自然发酵方法进行发酵处理后，再加入适量商品饲料养殖草鱼。从许多试验来看，一般自然发酵处理的饲料都有一定的效果。这种自然野生菌种的发酵是否能有效地分解纤维素，发酵后营养成分的变动、消长情况如何，还待进一步研究试验。

(四) 添加剂的研究

目前主要应用的添加剂有氨基酸、维生素、生长素、微量元素、抗氧化剂以及防治鱼病的抗菌素如土霉素、四环素等。

广东省海岸带资源开发公司与韶关市化工研究所共同研制的观赏鱼类显色配合饲料，内含显色微量元素，可促进鱼体色泽鲜艳，光彩夺目。

(五) 饲料工艺的研究

机械加工粉碎本身就是提高消化率的手段之一。颗粒饲料的成形，已出现了软颗粒、硬颗粒、膨化粒等。不少饲料工作者注意到颗粒饲料应保持一定的含水量，才有利于鱼类的消化吸收；还注意到饲料加热的作用，如生淀粉经过加热等一系列生化、物理处理，使之变成 α -淀粉，鱼食用后，容易吸收，其消化率可以大大提高；生大豆含有抗胰蛋白酶而影响大豆蛋白的利用，经过加热后，破坏了这种酶的活性就可以提高利用率。

广东省佛山市溶剂厂生产的 α -淀粉，已作为鱼、虾配合饲料的粘合剂，广泛应用于生产。

(六) 摄食生态学的研究

如果鱼类所处的环境不适，再好的配合饲料也不能使鱼类产生旺盛的摄食强度，甚至不摄食，结果还是不能取得良好的饲料报酬。所以，必须注意研究水质环境条件，特别是水温、溶氧量同鱼类摄食的关系；投饲次数、投饲量以及在配合饲料中添加引诱物质的研究等。这些都是充分发挥饲料

效果的重要条件。近年来，在配合饲料中添加引诱物质的研究正在兴起，如在鳗鲡饲料中加入线蚯蚓、蛤肉等；在观赏鱼类的饲料中加入牛肝、猪血等，都会明显地促进鱼的食欲，增加鱼的摄食量。摄食生态学的研究，在我国起步较迟，但进展较快。

二、鱼类配合饲料的特征

鱼类配合饲料一般具有减少流失、增加适合性、提高营养价值、制成药物饲料、扩大饲料来源、有利于养鱼工厂化等特征。

（一）减少流失

配合饲料制成颗粒、团块等形状，可减少营养成分在水中的散失，以防止因饲料的溶散而降低营养成分或污染水质，从而提高饲料的利用率，降低饲料成本。

（二）增加适口性

可按鱼的种类、大小，配制不同营养成分和加工不同规格的类型，使之最适于养殖对象的需要和便于摄食。

配合饲料可添加嗜好物质，促进饲养鱼食欲，提高其摄食强度。例如，在日本养鳗用的配合饲料中的必需氨基酸含量和鳗鲡肌肉中的必需氨基酸含量基本一致（表1）。

表1 鳊鲮肌肉和配合饲料中的氨基酸含量对照(%)

氨基酸 样品	精 氨 酸	蛋 氨 酸	异 亮 氨 酸	亮 氨 酸	赖 氨 酸	组 氨 酸	苯 丙 氨 酸	苏 氨 酸	色 氨 酸	缬 氨 酸	蛋 白 质
鳊鲮肌肉	1.02	0.54	0.90	1.63	1.22	0.42	0.74	0.96	0.19	1.15	20.0
配合饲料	1.33	0.48	1.00	1.93	2.26	0.48	0.78	0.85	0.15	1.22	19.2

(三) 提高营养价值

在加工配合饲料过程中,有局部或全部加温的过程,使淀粉糊化,改善营养价值,提高消化率。例如,经膨化机处理的配合饲料,不但增加配合剂的粘性,而且可制成浮上型配合饲料,适合于中上层鱼类的摄食。

(四) 制成药物饲料

一般鱼类不能直接摄食药物,只能在配合饲料中,掺入防病药物才能被鱼摄食,从而起到防病、治病的作用,提高饲养鱼的成活率。常用的添加药物有磺胺类、呋喃类和抗菌素等。例如,苏联在幼鲑的配合饲料中加入青霉素、金霉素和呋喃唑酮混合抗菌素效果良好,能促进幼鲑的生长、发育,不仅降低了饲料系数,而且鲑的死亡率也大大减少。又如广东省水产研究所于1976年进行流水密养莫桑比克罗非鱼,在所用的配合饲料中掺入穿心莲粉末,因而在整个饲养过程中没有发生鱼病,鱼的成活率达100%。广东省韶关市化工研究所在观赏鱼和草鱼的配合饲料中参加土霉素渣(粗蛋

白含量30%以上)，饲养效果甚佳，不仅可增加鱼体的营养，更重要的是可防病、治病，使草鱼的成活率提高到90%以上。

（五）扩大饲料来源

将农作物的秸秆经粉碎后，掺在鱼类配合饲料中，可解决部分饲料的不足。例如，对粗饲料可采用碱或酸处理，其目的是使农作物秸秆的纤维软化，或一步使部分纤维素分解，提高饲料的适口性、消化率及其营养价值。碱处理的方法有两种：一种是常温、常压的方法，用1.6%氢氧化钠处理，浸泡时间依饲料种类而不同，一般处理数小时到一昼夜，浸泡后再将余碱除去；另一种方法是采用高压和煮沸后，再进行碱处理。酸处理方法，就是将粗饲料和稀盐酸一起加热，然后用碱中和。广东盛产甘蔗，榨糖后的蔗渣经酸、碱处理后，可制成配合饲料喂养草鱼，既可提高饲料的营养价值，又可制成浮性颗粒饲料。如广东省韶关市化工研究所生产的草鱼浮性颗粒饲料可浮在水面上2小时以上，且草鱼喜欢吃，这种饲料，饲养效果甚佳。

（六）有利于养鱼工厂化

鱼类配合饲料既便于贮存又便于运输，适于自动化投喂，有利于养鱼机械化和工厂化生产。例如，日本广泛采用自动化投饵机，实现投饲自动化。又如广州钢铁厂于1978年研制了电子控制的定时投饵机组，每四个小时自动投饵一次，既可节省劳力，又可定时投饵。

在鱼类的配合饲料中添加抗氧化剂，制成的颗粒，可防止油脂酸败，并长期贮存。常用的抗氧化剂有丁羟基甲苯

(简称BHT)、丁羟基苯甲醚(简称BHA)、正二氢愈疮酸(简称NDGA),上述抗氧化剂的添加量均在0.02%以下。还有山道喹、二氢喹啉、硫二丙酸等也可作添加物,防止油脂酸败。

第二章 鱼类的消化生理

鱼类消化生理的研究，是研制鱼类配合饲料的理论根据，特别是对鱼类的食性、摄食、消化率、吸收率和食物各成分代谢生理的研究，尤为重要。

一、鱼类的食性和摄食

鱼类的食性同其牙齿的结构、形状、大小及其肠道的长短等有一定关系。往往根据鱼齿的形状和大小，就可以推断鱼类的食性。例如，平扁的齿是用来切割食物，而尖锐的齿是用来咬住食物的。据鱼类摄取食物的特征，大致分为六种食性类型。

（一）浮游生物食性

鲢鱼、鳙鱼是典型的摄食浮游生物鱼类（见图1）。鲢鱼、鳙鱼是靠滤食器官滤取食物的，它们摄食的特点是用细长而密集的鳃耙滤取食物，随着嘴的张闭，食物就随水进入口腔。鲢鱼、鳙鱼属于不断摄食的种类。虽然鲢鱼、鳙鱼均属浮游生物食性，但各有所侧重，鲢鱼主要摄食浮游藻类，而鳙鱼则主要摄食浮游动物。

鲢鱼、鳙鱼不能消化纤维质、果胶质和几丁质等。因而，对所摄食的具有上述物质构成的密闭外壳或外膜的浮游