

渔用饲料加工与 质量控制技术

YUYONG SILIAO JIAGONG YU
ZHILIANG KONGZHI JISHU

王玉堂 主编



海洋出版社

渔用饲料加工与质量控制技术

王玉堂 主编

海洋出版社

2016年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

渔用饲料加工与质量控制技术/王玉堂主编. —北京: 海洋出版社, 2016. 6

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9458 - 3

I. ①渔… II. ①王… III. ①水产养殖 - 饲料加工②水产养殖 - 饲料 - 质量控制 IV. ①S986.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 100825 号

责任编辑: 杨海萍 杨 明

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 33

字数: 665 千字 定价: 80.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《渔用饲料加工与质量控制技术》 编委会

编委会主任：王德芬

编委会副主任：王玉堂

编写成员：（按姓氏笔画排序）

王玉堂 王立新 冯东岳 陈 艳 蒋宏斌

前 言

近 20 多年来，我国水产养殖业快速发展，养殖区域和范围不断扩大，养殖种类和养殖产量连年增加，已成为令世界瞩目的世界第一渔业大国和水产养殖大国。2014 年我国水产养殖产量达 4 748 万吨，占当年全国水产品总产量的 73.49%，对农业和农村经济的发展做出了重要贡献。

随着我国水产养殖业的高速发展，对渔用饲料的依赖性也日益增强，但我国渔用饲料工业与水产养殖业发展的需求极不适应。渔用商业性成品饲料不仅产量少，质量上也存在一定问题。因此渔用饲料问题已成为长期以来限制我国水产养殖业发展的“三大瓶颈”因素之一，必须下大力气尽快加以解决。

关于我国渔用饲料问题，究其根本原因有以下几个方面：一是多年来只注重国外硬件（机械设备）的引进，缺少软件（纯技术与管理技术）的引进、消化和吸收；二是缺乏对国内外渔用饲料生产新技术进行系统而全面的总结、处理和采纳；三是许多研究工作还不太深入；四是缺乏渔用饲料生产的质量管理意识和监督管理体系；五是养殖生产者对应用优质的渔用饲料认知程度不高等，因此，造成我国渔用饲料的生产供应体系远远落后于世界发达国家。目前，全国渔用饲料的需求量至少超过 2 000 万吨，但商业性饲料只有需求量的一半左右，优质的商业饲料所占比例更低。这不仅浪费了饲料原料，也影响了水产养殖业最佳经济效益的获得，甚至还造成养殖水域自身污染等一系列问题。

为加快我国渔用饲料的产业化和优质化进程，保证我国水产养殖业的持续、健康和协调发展，笔者在收集了大量国内外有关渔用饲料方面资料的基础上，加以整理，编辑汇总成书。全书共分为十一章，分别介绍了水产养殖动物的营养生理、饲料原料成分及其质量检测技术、添加剂技术、原料的质量管理技术、饲料配方的设计原则与方法、渔用饲料的种类及典型配方、加工工艺与机械，以及加工过程中的质量控制技术等内容，供广大渔用饲料科研、教学、生产及养殖生产者参考。

编者

2015 年 12 月

目 次

第一章 绪论	(1)
一、我国渔用饲料的需求与生产状况	(1)
二、我国渔用饲料工业中存在的问题	(2)
三、加强渔用饲料的质量管理	(4)
第二章 鱼类的营养生理	(5)
第一节 鱼类的消化系统及其消化作用	(5)
一、鱼类的消化系统	(5)
二、肠的功能性解剖学与普通生理学	(6)
三、酶与其他消化分泌物的特性	(10)
四、消化作用的方法及其分析	(12)
五、对于几种鱼的消化解剖研究	(14)
第二节 鱼类的能量代谢	(16)
一、动物的能量流动	(16)
二、能量的来源	(17)
三、鱼类的能量需要量	(18)
第三节 鱼类的营养	(20)
一、蛋白质与氨基酸	(21)
二、脂肪和脂肪酸	(29)
三、碳水化合物	(40)
四、维生素	(41)
五、矿物质	(53)
第三章 原料成分及其质量检测技术	(57)
第一节 原料的分类及其化学特性	(57)
一、能量饲料	(57)
二、蛋白质补充物	(58)
三、维生素及矿物质添加剂	(62)
第二节 渔用饲料原料及其质量检测方法	(63)
一、渔用饲料中常采用的成分	(63)

二、渔用饲料原料的质量检测方法	(67)
第三节 饲料原料的质量检测技术	(69)
一、显微镜检查法	(69)
二、饲料容重的检测	(76)
三、快速与点滴实验的特定分析方法	(77)
四、浮选技术和混合饲料成分的计算	(84)
五、谷物水分含量的现场测定	(89)
第四节 渔用饲料原料的质量控制与分析	(91)
一、渔用饲料原料的质量控制	(92)
二、原料的显微镜检测技术	(96)
三、部分原料的化学成分	(103)
四、分析方法和步骤	(107)
第四章 渔用饲料的添加剂技术	(132)
第一节 渔用饲料添加剂的研究与应用	(132)
一、渔用饲料添加剂科研发展过程	(132)
二、我国渔用饲料添加剂开发应用中存在的问题	(133)
第二节 渔用饲料添加剂的分类及其作用	(134)
一、分类	(134)
二、作用	(135)
第三节 渔用饲料添加剂的质量检测技术	(157)
一、氨丙嘧吡啶(安普洛里)的检测	(157)
二、对氨基苯肿酸或对氨基苯肿酸钠的检测	(158)
三、杆菌肽的检测	(158)
四、红霉素(硫氰酸红霉素)的检测	(159)
五、金霉素、土霉素和维生素 A 的检测	(159)
六、痢特灵的检测	(159)
七、呋喃西林的检测	(160)
八、青霉素或普鲁卡因青霉素的检测	(160)
九、胡椒嗪的检测	(160)
十、吩噻嗪(硫化二苯胺)的检测	(160)
十一、维生素 A 和红、黄卡诺费尔的检测	(161)
十二、核黄素(维生素 B ₂)的检测	(161)
十三、抗坏血酸(维生素 C)的检测	(162)

十四、维生素 K(甲萘醌和亚硫酸氢钠甲萘醌) 的检测	(162)
第五章 饲料原料的外来污染与贮存	(163)
第一节 饲料原料的外来污染	(163)
一、化学污染	(163)
二、生物毒素	(164)
三、微生物	(165)
第二节 饲料原料贮存中存在的问题	(167)
一、昆虫的侵害	(167)
二、饲料原料在贮存期间的变质	(169)
第六章 渔用饲料的配制技术	(171)
第一节 概论	(171)
一、配制饲料的目的	(171)
二、配制渔用饲料必须了解的名词	(171)
三、关于代谢能和可消化能	(172)
四、明确各种饲料原料选用的理由	(172)
第二节 粗蛋白质水平的平衡	(173)
一、确定高蛋白与低蛋白含量的原料比例	(173)
二、基础饲料和蛋白质补充物	(173)
第三节 配制饲料的步骤	(174)
一、平衡粗蛋白和能量水平	(174)
二、检查必需氨基酸的水平	(174)
第四节 最佳选购技术	(175)
第七章 渔用配合饲料的种类及配方	(177)
第一节 渔用配合饲料的种类	(177)
一、分类	(177)
二、饲料颗粒性质的探讨	(179)
三、幼鱼的微型饲料	(184)
第二节 渔用饲料的制粒及不同颗粒性质的比较	(188)
一、渔用饲料的制粒	(188)
二、不同颗粒性质的比较	(190)
第三节 典型渔用饲料配方	(192)
一、“四大家鱼”的配合饲料	(192)
二、鲤鱼的配合饲料	(192)

三、罗非鱼的配合饲料	(202)
四、鳊鱼的配合饲料	(206)
五、鲢鱼的配合饲料	(208)
六、鲑鱼的配合饲料	(210)
七、鳙鱼的配合饲料	(214)
八、香鱼的配合饲料	(219)
九、鲈鱼的配合饲料	(221)
十、真鲷的配合饲料	(222)
十一、石斑鱼与鲟鱼的配合饲料	(224)
十二、鲮鱼的配合饲料	(226)
十三、对虾的配合饲料	(227)
十四、罗氏沼虾的配合饲料	(237)
十五、甲鱼的配合饲料	(237)
附:渔用膨化颗粒饲料的使用与加工	(239)
第八章 渔用饲料的加工工艺与机械	(247)
第一节 配合饲料加工的几种形式	(247)
一、以配合饲料的内容分	(247)
二、以加工后的形式分	(247)
三、以饲料种类和饲养对象分	(248)
第二节 渔用饲料加工的原料流程	(250)
一、原料流程	(250)
二、原料流程的说明	(250)
第三节 加工工艺与机械	(251)
一、加工工艺	(251)
二、加工机械	(251)
第九章 添加剂预混合料的加工	(262)
第一节 预混合料的基本概念及加工过程	(262)
一、预混合料的基本概念	(262)
二、加工过程	(263)
第二节 预混料的加工机械	(265)
一、配料秤	(265)
二、粉碎与筛分机械	(265)
三、混合机械	(265)

四、输送设备	(266)
五、包装设备	(266)
第三节 商品预混料生产的质量控制	(267)
一、化学稳定性	(267)
二、配伍和谐性	(268)
三、生物学利用率	(268)
四、毒性	(268)
五、溶解度与吸湿性	(268)
六、结块与流动性	(269)
七、发酵过程	(269)
八、静电荷与蒸气压	(269)
九、粒子的大小	(270)
十、载体和稀释剂	(271)
十一、水分	(272)
十二、pH 值	(272)
十三、液态黏合剂	(272)
第四节 客户预混料的质量控制	(273)
一、必要的设备	(273)
二、载体与稀释剂	(274)
三、原料	(274)
四、液态原料吸附剂	(275)
五、油料黏合剂	(275)
六、搅拌时间	(275)
七、稳定性与超量政策	(276)
八、质量控制	(276)
九、可搅拌性的评价	(277)
第五节 厂内预混料的质量控制	(278)
一、厂内预混料的成分	(278)
二、稀释剂与载体	(279)
三、使用油脂	(280)
四、设备	(280)
五、预混料的运送	(280)
六、预混设备及其清扫	(281)

七、预混料的生产	(282)
八、质量控制	(282)
第六节 全价配合饲料中的微量成分	(283)
一、预混料的上料	(283)
二、搅拌标准	(284)
三、饲料与浓缩成分	(285)
四、氯化胆碱的添加	(286)
第十章 渔用饲料加工过程中的质量控制	(287)
第一节 原料粉碎过程中的质量控制	(287)
一、粉碎的理由及方法	(287)
二、粉碎设备的选用	(288)
三、粉碎工艺流程	(290)
第二节 混合过程中的质量控制	(290)
一、混合生产的称重系统	(290)
二、混合机及其检测	(291)
三、配套设备及其要求	(293)
四、混合操作	(293)
第三节 制粒过程中的质量管理	(295)
一、影响制粒加工的因素	(295)
二、配方与制粒的关系	(297)
三、制粒与饲料质量的关系	(299)
四、影响压制机制粒的因素	(300)
五、膨化饲料生产时的质量控制	(307)
第十一章 饲料厂的质量控制	(313)
一、质量定义	(313)
二、统计质量控制定义	(313)
三、饲料生产质量控制指南	(313)
四、标识	(321)
五、掺药饲料说明	(322)
六、批量生产和搅拌系统的检测	(322)
七、采购	(325)
八、计算机操作	(326)
九、一些物理性指标的测定	(327)

十、药物的登记与保存	(328)
附录一 全球鱼粉产销状况追踪	(331)
附录二 大豆与渔用饲料	(351)
附录三 基于豆粕型饲料为基础的不同鱼类饲养实验	(418)
附录四 鱼类饲料日营养需求与高效膨化技术	(481)
附录五 热量和能量单位的换算	(508)
附录六 常用术语和名词的英文缩写符号	(509)
参考文献	(512)

第一章 绪论

随着我国水产养殖业的高速发展，尤其是淡水养殖业的高速和超常规发展，对人工配合颗粒饲料的需要量和依赖性越来越大。然而，长期以来，我国的渔用饲料工业发展缓慢，一直处于徘徊不前的局面。究其原因，饲料质量较差的问题一直没有得到很好地解决，质量管理意识不强，饲料设计、加工及质量控制技术未能很好地了解和掌握，以及饲料生产经营单位的经营作风不正常等。因此，尽快普及渔用饲料质量控制技术，加强质量管理，全面提高渔用饲料的质量已成为当前我国水产养殖业发展中亟待解决的问题。苗种、饲料、水质、病害等因素已成为当前制约我国水产养殖业发展的“瓶颈”，尤其是渔用饲料质量问题再得不到解决，即使有再好的苗种与再先进的养殖技术，也很难发挥技术本身的最佳转化效果。

一、我国渔用饲料的需求与生产状况

渔用饲料是水产养殖的基础性物质或投入品。饲料的质量和数量直接关系到我国水产养殖业的发展，尤其是对养殖成本的控制、养殖效益和养殖水域的环境保护。因此，了解和掌握我国渔用饲料的生产和应用状态，科学决策以促进我国水产养殖业的健康可持续发展具有重大意义。

（一）总量

随着我国水产养殖业的快速发展，渔用饲料产业经过 20 世纪 80 年代萌芽阶段、90 年代初步发展阶段、2000 年至今的规模化发展阶段，现已成为世界上水产饲料市场需求量最大的国家。1991 年我国水产饲料产量仅有 75 万吨，仅占全国当年饲料产量的 2.1%。1999 年产量增长到 400 万吨，占当年全国饲料产量的 5.8%。2001—2010 年期间，我国水产饲料行业快速发展，产量由 627 万吨增长到 1 502 万吨，年均增幅 10.19%。

2010 年，全国渔用饲料的产量为 1 502 万吨，主要集中在以下几个省份：华南（粤、桂、闽、琼）462 万吨，华东三省（江、浙、沪）321 万吨，华中四省（湘、鄂、赣、皖）319 万吨，渤海湾（辽、津、冀）116 万吨。产量前 10 名的省份分别为广东、江苏、湖北、湖南、浙江、福建、河南、四川、辽宁、河北，10 省总量占全国总量的 78.9%。其中普通淡水鱼饲料占主流，占水产饲料总量的 80% 以上。目前水产饲料中 80% 以上为沉性颗粒饲料，膨化颗粒饲料集中在高档海水鱼类和淡水鱼类品种上。近几年，罗非鱼、草鱼、青鱼、鲟鱼饲料开始逐渐普及，总量估计已

突破 200 万吨；部分品种，如大黄鱼、加州鲈、鳊鱼等全程饲料高效率投喂仍是难题。

目前，我国 21 家水产饲料集团化公司水产饲料的总量约为 650 万吨，约占全国渔用饲料总量的 43%，非集团化的小型公司占 57%。

2011 年全国商品饲料的总产量为 18 061 万吨，其中水产饲料为 1 652 万吨，同比增长 12% 左右；其中水产浓缩饲料 10 万吨，同比增长 65.5%；水产预混饲料 22 万吨，同比下降 3%。

2012 年我国饲料生产总量 1.9 亿吨，超过第二名的美国 3 000 万吨。其中水产饲料快速增长，总量为 1 855 万吨；一些膨化饲料、虾饲料的需求量持续增长。水产饲料的主要销售区集中在华南、华中、华东三个区域。颗粒饲料（1 377 万吨）占水产饲料总量的 75%，膨化饲料量约为 250 万吨，占普通淡水饲料总量的 10%。目前，全国膨化饲料生产线超过 300 条，生产能力约在 500 万吨；其中华南地区超过 200 条。

（二）膨化颗粒饲料的生产情况

膨化饲料的主要应用对象有草鱼、罗非鱼等。膨化饲料具有以下特征：一是从营养消化吸收的基本原理上看，其优点是淀粉的熟化程度高，抗营养因子减少；缺点是膨化过程会破坏热敏性维生素，美拉德反应会影响消化吸收。二是由于物理性状的差异，颗粒饲料在运输、储存、投喂过程中的粉化率远大于膨化饲料，如混养时，花、白鲢能有效利用粉料，在高产单品种养殖模式下，颗粒饲料的粉化料将多于膨化饲料而产生浪费。三是投喂膨化饲料的鱼类摄食情况容易观察，可从投喂量上加以控制，从而减少饲料的浪费，对水环境的影响也会有所降低。

二、我国渔用饲料工业中存在的问题

目前，我国渔用饲料工业中主要存在两方面的问题。一是优质饲料数量严重不足。无论是设计生产能力，还是实际产量都严重不足；此外，由于名特优新品种的水产养殖业发展迅速，饲料的相应设计、研制和开发力度不够，跟不上生产发展的需要，许多种类的专用饲料空白或质量不高或要其他种类的饲料代用。二是质量差。这也是造成饲料加工企业开工不足的主要原因。具体地表现在以下几个方面。

（一）入水稳定性差

造成这一问题的原因：一是粉碎细度不够，而且不均匀；二是加工工艺问题，如用水湿化而且没有采取通过蒸气湿化的工艺，从而出现碳水化合物的乳化程度不足；三是加工机械本身的加工质量问题。据实地调查了解，大多数饲料入水后几分钟即已散失，不但养殖动物难以摄食利用，而且还严重地污染了养殖水体，造成养殖水域的富营养化，进而引发各种养殖动物的疾病等。与此同时，还造成养殖成本

上升。以鲤鱼饲料为例，一般优质的饲料系数为 1.2 ~ 1.6，中等质量的饲料系数为 1.8 ~ 2.2，劣质饲料系数达 2.5 以上，甚至高达 3 ~ 8；中等和劣质饲料所造成的原料浪费相当大。

（二）设计质量差

饲料的设计可以说是饲料质量好坏的第一关。如果饲料的设计质量差，就很难生产出优质的产品。设计上的问题主要表现在设计方法上，有些饲料配方的设计不是根据不同养殖种类、不同饲养阶段的营养生理需要来设计的，如对比筛选法。

（三）饲料原料的质量差

许多商业性饲料生产单位对于饲料原料的质量把关不严，为了降低生产成本，甚至有意采用低质原料；此外，原料随意堆放，有些原料甚至发霉仍然使用等。这种不负责任的做法，不但影响养殖生产，而且还会失去客源。

（四）加工机械上的问题

渔用饲料加工机械上的质量差也是影响饲料质量的原因之一。加工机械上的问题主要表现在：一是机具材质差，经不住长时间的使用即已磨损，而磨损后仍使用就会造成饲料质量上的问题；二是加工工艺差，达不到优质饲料的生产工艺要求；三是没有按要求正确操作，也会造成饲料质量欠缺。

（五）加工时的质量把关不严

有些饲料生产厂家的技术人员或管理人员专业水平低也是造成饲料质量问题的重要原因。如有的对使用的添加剂不注意质量检测，甚至不用或使用过期产品或替代品；有的甚至随意改变原饲料或添加剂配方及原料的配比。

（六）加工工艺上的问题

这个问题主要表现在使用维生素、矿物质、氨基酸等微量元素的添加剂方面。例如，因不了解添加剂的物理和化学特性而造成在添加方法、添加时机及添加量等加工工艺上的不正确或不科学，从而导致饲料成分间产生拮抗作用、热压分解流失，产生化学反应固化而不能被养殖动物利用等，使饲料的总体质量达不到技术或设计要求。

（七）加工后处理上的问题

此类问题大多是因管理水平低下和没有质量观念造成的。其表现是多方面的。例如，饲料加工后在露天条件下堆放，因阳光直射、紫外线的作用、温度升高、湿度大等原因造成营养成分上的损失；或直接放于库房内的地上，因潮湿等原因而造成

成饲料营养成分流失，甚至发生霉变等。

三、加强渔用饲料的质量管理

为了使我国的渔用饲料工业走上健康发展的轨道，提高饲料质量，确保养殖生产的需要，并在国际竞争中立于不败之地，必须全面加强我国渔用饲料的质量管理，提高总体质量管理水平。具体可采取如下措施：

① 全面推广渔用饲料质量管理技术，普及质量管理知识，加强对渔用饲料加工企业人员的专业知识培训，提高他们的质量管理意识和管理水平。

② 建立渔用饲料及饲料添加剂质量监督和检测制度，建立质量监督管理体系，开展定期或不定期的质量抽检，向社会公布检测结果，加强社会监督，以此来共同促进我国渔用饲料质量的提高。并由此促进质量差的生产企业加强质量管理，提高质量。

③ 鼓励创立名牌产品和名牌企业，并对名牌产品加以保护。与此同时，对名牌企业，要有目的引导他们建立大型渔用饲料企业集团，整合那些浪费原料、产品质量差的企业，从而建立起商业性的集中生产与服务体系。

④ 大力组织开发名特优新品种养殖用饲料，以满足其养殖业快速发展的需要。

⑤ 加强我国渔用饲料方面的科学研究与开发工作，大力改善加工工艺及机具设备质量，并提高综合设计水平。

第二章 鱼类的营养生理

优质的渔用饲料配方是在大量的饲养对象营养生理研究的基础上而设计出来的。不了解养殖对象的营养生理就很难研究设计出有针对性的优质饲料配方。因此，本章以鱼类为例，介绍其消化系统的解剖学知识、消化作用及其营养生理。

第一节 鱼类的消化系统及其消化作用

一、鱼类的消化系统

鱼类的消化系统由口腔、咽、食道、胃、肠、肛门及消化腺构成。

（一）肠道及其区分

鱼类的肠道同其他动物一样呈管状结构，始于口腔，终于肛门，一般分为4个部分：头肠、前肠、中肠和后肠。最前部称为头肠，包括口腔和咽两部分。前肠始于鳃的后沿，包括食道、胃及幽门3部分。中肠指与幽门相连的后部肠道，包括幽门附近不定数量的幽门垂（无胃的鱼类无此结构）；中肠是肠道中最长的部分，当其长于内脏腔时，可能会盘成错综复杂的环状。中肠之后是后肠。中肠与后肠之间一般无明显的界线，但有些鱼类后肠的始端直径明显增大。后肠的终端是肛门。与高等哺乳动物相比，鱼类是低等动物，少有后肠盲囊。真骨鱼类中除肺鱼外都有泄殖孔。

（二）消化道的演化与个体发育

原索动物的肠是一根直管，食物经纤毛的推动作用通过肠道。七鳃鳗的肠已有了初步的发展，有了一些肠内褶，增加了肠的吸收面积。鲨鱼、鳐鱼及矛尾鱼的肠具有与七鳃鳗相同的内褶，不过呈螺旋瓣状。七鳃鳗的肠壁已有斜纹肌肉纤维，但还不能蠕动。真骨鱼类的肠在许多方面有了高等脊椎动物的特点，但还没有中肠绒毛，只有起吸收营养作用的乳头状突起。

肠在个体发育过程中很早就分化形成，而且一些发育过程与脊椎动物肠的演化是相同的。例如一些幼鱼的肠，其一部分有纤毛。肠一般特点，甚至长度在发育过程中会发生变化。如幼鱼阶段为草食性，而成鱼阶段为肉食性鱼类的肠，它的肠在