

最新海水养殖技术丛书



海水养殖动物营养与饲料配置技术

陈四清 常 青 编著



青岛海洋大学出版社

最新海水养殖技术丛书

海水养殖动物的营养

HAI SHUI YANG ZHI DONG WU DE YING YANG

与饲料配置技术

YU SI LIAO PEI ZHI JI SHU

陈四清 常 青 编著

丛书主 编 张群乐

副主编 关庆利

青岛海洋大学出版社

· 青 岛 ·

最新海水养殖技术丛书

主 编 张群乐

副主编 关庆利

编 者 (按姓氏笔画为序)

于瑞海 马 姓 王昭萍 田传远

丛娇日 刘永宏 孙世春 杜守恩

张群乐 张道波 陈四清 周 丽

郑小东 赵芬芳 宫庆礼 姚善成

唐衍力 常 青 梁 英 魏建功

图书在版编目(CIP)数据

海水养殖动物的营养与饲料配置技术/陈四清,常青编著.-青岛:青岛海洋大学出版社,1998.10

(最新海水养殖技术丛书/张群乐主编)

ISBN 7-81026-945-3

I. 海… II. ①陈… ②常… III. ①海水养殖-水产兽类-营养(生物)②海水养殖-水产兽类-饲料-配制 N. S968.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 30905 号

青岛海洋大学出版社出版发行

(青岛市鱼山路 5 号 邮政编码:266003)

出版人:李建筑

青岛新华印刷厂印刷

新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/32 印张:5.375 字数:116千字

1998年10月第1版

1998年10月第1次印刷

印数1—5000 总定价:52.00元(每册6.50元)

序

21 世纪将是海洋开发的世纪。

当今世界正面临人口膨胀、陆地资源减少、环境恶化三大全球性问题。单一的陆地经济,已经不能适应总体经济发展的需要,占地球表面积 71%、资源极为丰富、开发利用前景十分广阔的海洋,已经成为解决这一问题的重要出路之一。海洋科学是当前最重要科学研究的一部分,海洋技术与原子能技术、航天技术一样,被人们公认为当代三大尖端技术。对海洋的研究、开发、利用,已经成为新技术革命的重要支柱。

近十年来,我国海洋研究与开发发展迅速,沿海许多省份,已经提出“科技兴海”的战略措施,并制定出开发利用海洋的宏伟蓝图。一个向海洋要财富,变海洋优势为经济发展优势的时代特点,已经在我国显现出来,这必将影响和推动我国海洋水产事业更加迅速地发展。

随着近年来海水养殖新兴技术的广泛应用,与过度海洋水产资源捕捞相反的海水养殖业已经逐渐振兴和迅速发展。海水养殖业逐渐向“海洋渔牧化”发展,一个以增养殖为主体的新兴海水养殖产业结构已经形成;海水养殖品种,也已打破原有的格局,逐渐趋向多元化;一些名特优的珍贵品种也形成了一定养殖规模。

海水养殖是人类利用海水资源发展经济、改善生活的重要途径,而推广和利用最新海水养殖技术,则是海洋科技工作者服务于社会、造福于人类的职责和义务。青岛海洋大学海水

养殖专家和学者们,站在国内外水产养殖科学技术的前沿,根据我国日益繁荣的海水养殖业发展的需要,集最新海水增养殖技术和实践于一体,发挥学科的综合优势,联合编著完成了《最新海水养殖技术丛书》。本套丛书,集中介绍了国内外海水养殖新技术、新经验、新成果,特别适用于海水养殖一线的基层管理干部,中、低层专业技术人员和现场养殖操作人员参考。它的出版发行,必将对我国海水养殖业的全面发展做出新贡献,也是对“98’国际海洋年”献上的一份厚礼。

中国工程院院士

潘华诗

1998年1月8日

前 言

由于世界人口的不断增加,捕捞技术的不断提高,使许多渔业资源被捕捞过度。世界渔业正从过去的以捕捞为主逐渐向以养殖为主的栽培渔业转变,掀起所谓蓝色革命。因此,海水经济动物的养殖,也越来越受到重视,海养动物的品种、规模不断扩大。为了提高养殖技术,改善养殖环境,许多养殖工作者对海养动物的营养和饲料进行了研究。饲料是保障养殖业顺利发展的物质基础,在养殖成本中占有较大的比例。由于水生动物种类繁多,导致水产饲料的内容也是多样且富于变化的。另外,虽然饲料科学的研究进步很快,但仍难以涉及所有水产动物的需要,因此,本书仅仅汇集了近年来有关海水经济动物营养和饲料的研究成果,并着重介绍了几种养殖规模较大品种的相关内容,以供从事海水养殖和饲料加工的技术人员和生产者参考。

本书在编写过程中,得到了刘永宏先生的热情支持和帮助,还得到了同室吕用琦、梁亚全、梁萌青、徐明启、兰信涛等同志的大力帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正,并顺致谢意!

编者

1998年1月8日

目 录

第一章 营养与配合饲料	(1)
第一节 营养与饲料研究现状	(2)
一、海水养殖现状	(2)
二、营养与饲料研究现状	(4)
第二节 配合饲料加工	(8)
一、饲料应用种类	(8)
二、饲料加工方式	(9)
三、饲料发展趋势	(9)
第二章 营养生理	(11)
第一节 消化生理	(11)
一、消化系统的一般构造.....	(11)
二、消化与吸收.....	(13)
第二节 能量代谢	(14)
一、能量的摄取.....	(15)
二、能量的消耗.....	(16)
第三节 营养物质的需求	(18)
一、蛋白质.....	(18)
二、脂肪.....	(22)
三、碳水化合物.....	(23)
四、维生素.....	(24)
五、矿物质.....	(31)

六、营养素之间的相互作用·····	(35)
第四节 食性与摄食·····	(41)
一、食性与摄食种类·····	(41)
二、摄食强度·····	(41)
三、摄食量与生长·····	(41)
第五节 食物与营养·····	(43)
一、食物种类与营养·····	(43)
二、食物种类与能量平衡·····	(44)
第六节 营养与疾病·····	(45)
一、营养过多症·····	(45)
二、营养缺乏症·····	(46)
三、其他营养性疾病·····	(49)
第三章 饲料 ·····	(50)
第一节 天然饲料·····	(50)
第二节 半人工配合饲料·····	(51)
一、半人工配合饲料可以充分利用当地的天然饲料资源 ·····	(52)
二、弥补动物饲料营养研究的不足·····	(52)
三、半人工配合饲料的加工·····	(52)
第三节 全价人工配合饲料·····	(53)
一、全价人工配合饲料的设计原则·····	(53)
二、水产配合饲料的特殊性·····	(54)
三、配合饲料原料·····	(56)
四、添加剂·····	(61)
五、预混料和浓缩料·····	(67)
第四节 配方设计方法与饲料加工·····	(68)

一、配方设计方法	(68)
二、饲料加工	(74)
第四章 几种主要养殖经济动物的饲料	(80)
第一节 鱼	(80)
一、鲷科鱼类	(81)
二、牙 鲆	(91)
三、鲈 鱼	(94)
四、河鲀	(96)
五、石斑鱼	(101)
六、其他经济鱼类	(104)
第二节 虾、蟹类	(106)
一、中国对虾	(106)
二、斑节对虾	(115)
三、长毛对虾	(118)
四、锯缘青蟹	(120)
五、三疣梭子蟹	(121)
第三节 贝 类	(122)
一、鲍 鱼	(122)
二、扇 贝	(128)
三、其他贝类	(129)
第四节 其他经济动物	(134)
一、海胆	(134)
二、海参	(135)
三、沙蚕	(136)
第五章 饲料的质量控制	(139)
第一节 影响饲料质量的因素	(139)

一、饲料原料	(139)
二、加工工艺	(140)
三、贮存与运输	(141)
第二节 饲料中的有害物质	(142)
一、饲料中的拮抗因子	(142)
二、重金属	(143)
三、人为污染物	(144)
第三节 饲料的质检	(145)
一、饲料原料质量的控制	(145)
二、饲料质量的质检	(147)
第四节 饲料的评价	(148)
一、营养价值评价	(148)
二、理化和卫生质量评价	(150)
第五节 饲料标准	(151)
附录	(154)
表 1 常用饲料原料营养成分	(154)
表 2 常用饲料原料的氨基酸含量	(156)
表 3 常用饲料原料中八种维生素含量参考值	(158)

第一章 营养与配合饲料

21 世纪是海洋的世纪,全面认识和开发、利用海洋的时代已经来临。为增加海洋食物资源的开发,海水养殖事业越来越被人们所重视,这使其面临着蓬勃发展的机遇。

海产品是优良的蛋白质食品和滋补品,深受人们喜爱,在国际水产品市场上占有重要的地位。仅对虾一项,我国每年约有 3 万多吨进入国际市场,创汇数亿美元。其他产品如鲍鱼、牙鲆、河鲈等,出口的数量也相当可观。

由于 200 海里经济专属区的限制和自然资源的衰退,各国都在向以近海和沿岸渔业为主的方向发展。据中国海洋报 1998 年 5 月 29 日报道,我国拥有大陆岸线 18 000 多千米,面积在 500 米² 以上的海岛 5 000 多个,可进行人工养殖的水面有 260 万公顷。沿海的岛屿、港湾等,都为海水养殖提供了良好的条件。因此,我国海水经济动物的养殖,具有广阔的前景。

联合国粮农组织最近公布的统计报告显示,1996 年世界水产品产量达到 1.159 亿吨,比 1995 年增加 290 万吨,增长率为 2.57%。中国是世界上水产品产量最大的国家,1996 年的产量比 1995 年增加 290 万吨,达到 2 730 万吨。

在我国水产品生产中,海水产品约占 56%。海水养殖产品约占海水产品总量的 16%,其中包括海带、紫菜等海藻的养殖,真正海水经济动物的养殖所占份额就更少了。而淡水养殖却占总量的 36.5%,可见海水经济动物的养殖,还处于发

展起步阶段。

动物生长的好坏,取决于其食物的质量。因此,饲料是发展养殖业的关键。古语云:“兵马未动,粮草先行。”这正是强调了营养和饲料的重要性。

第一节 营养与饲料研究现状

营养研究是建立在养殖需要基础上的。为了使营养研究更有针对性,营养研究工作者应了解养殖的现状、养殖技术和养殖业发展趋势。

一、海水养殖现状

我国具有悠久的养殖历史和丰富的养殖经验。远在殷朝末期,池塘养鱼已有文字记载。春秋战国时代,范蠡所写的《养鱼经》,可谓世界上最早的养鱼专著。到本世纪 50 年代,养殖业才开始得到重视和发展,特别是 70 年代以来的发展更为突出。随着养殖经济动物人工繁殖技术的相继突破和养殖技术及人工配合饲料质量的提高,我国海水养殖业得到了迅速地发展。

(一) 养殖种类

为了满足人们生活和保护自然资源的需要,人们除了已开展的种类、品种的养殖外,还不断地开发鱼、虾、贝及特种经济动物新的养殖品种。目前,我国已经开展养殖的海水经济动物种类见表 1-1。

表 1-1 主要海水养殖经济动物的种类

名 称	学 名	名 称	学 名
真鲷	<i>Pagrosomus major</i>	栉孔扇贝	<i>Chlamys farreri</i>
黑鲷	<i>Spurus macrocephalus</i>	海湾扇贝	<i>Argopecton irradians</i>
大菱鲆	<i>Scophthalmus maximus</i>		
牙鲆	<i>Paralichthys olivaceus</i>	虾夷扇贝	<i>Pecten yessoensis</i>
大黄鱼	<i>Pseudosciaena crocea</i>	大连湾牡蛎	<i>Ostrea talienwhanensis</i>
鲈鱼	<i>Lateolabrax japonicus</i>	长牡蛎	<i>Crassostrea gigas</i>
美国红鱼	<i>Sciaenops ocellatus</i>		
鲷鱼	<i>Mugil cephalus</i>	近江牡蛎	<i>Ostrea rivularis</i>
梭鱼	<i>Liza haematocheila</i>	贻贝	<i>Mytilus edulis</i>
红鳍东方鲀	<i>Fugu rubripes</i>	文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>
假睛东方鲀	<i>Fugu pseudommus</i>	西施舌	<i>Coelomactra antiquata</i>
青石斑鱼	<i>Epinephelus awoara</i>	青蛤	<i>Cyclina sinensis</i>
大弹涂鱼	<i>B. pectinirostris</i>	泥蚶	<i>Arca granosa</i>
日本海马	<i>Hippocampus japonicus</i>	毛蚶	<i>Arca subcrenata</i>
中国对虾	<i>Penaeus chinensis</i>	魁蚶	<i>Arca inflata</i>
斑节对虾	<i>Penaeus monodon</i>	缢蛏	<i>Sinonovacula constricta</i>
墨吉对虾	<i>Penaeus merguensis</i>	刺参	<i>Apostichopus japonicus</i>
长毛对虾	<i>Penaeus penicillatus</i>	马粪海胆	<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>
锯缘青蟹	<i>Scylla serrata</i>	大连紫海胆	<i>Strongylocentrotus nudus</i>
三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	日本刺沙蚕	<i>Neanthes japonical</i>
皱纹盘鲍	<i>Haliotis discus hannii</i> Ino	双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibihitensis</i>
杂色鲍	<i>Haliotis diversicolor</i>		

（二）养殖方式

养殖方式可概括为浅海养殖、滩涂养殖和工厂化养殖三种形式。养殖方式与水域环境、经济条件、动物习性等因素有关。不同种动物的养殖方式有不同的特点，同一种动物也可采用多种方式进行养殖生产。

浅海养殖，是在 10 米以内浅海水域进行的增养殖，包括港湾养殖、筏式养殖和网箱养殖等几种形式；滩涂养殖，是利用潮间带滩涂区域进行的增养殖，包括池塘养殖、滩涂播苗养殖和滩涂附着器采苗养殖等几种形式；工厂化养殖，是利用人造养殖车间在人为控制水质条件下的养殖。另外，还可对某些季节性生长的种类，进行全年高密度精养。

（三）经济价值

海水经济动物，属优良的蛋白食品，有的品种还具有较高的药用价值，是食品中的佼佼者，深受人们的喜爱。由于海水动物经济价值高，是海水养殖中经济效益显著的产业，特别是在对外出口贸易中，占有很重要的地位。

（四）发展趋势

养殖的发展趋势，是指为满足不同养殖目的需要，不断地提高养殖技术、开发新的养殖品种和新的养殖方式的趋势。目前，人们为了更好地满足生活需要，在不断提高营养价值高、经济效益好品种的养殖技术同时，还不断地开发名特优新品种的养殖技术；为了维持自然资源的平衡，正在开发某些品种的资源补偿性增养技术；为了保护水域生态环境，有利于长期养殖，正在开发水域综合性立体养殖技术。

二、营养与饲料研究现状

营养学家的工作，是研究和确定动物的营养需要后，寻找

能满足其营养需要的最经济饲料成分,配制出高效率的全价饲料。

营养研究理论与饲料生产应用之间有一定的差距。饲料应在生产应用过程中,根据各养殖条件的变化,不断改进完善。动物因食性的不同,可分为草食性、肉食性、杂食性等几种,但幼体多以摄食浮游生物为主。各种动物食性虽异,但构成食物的基本成分却都是蛋白质、脂肪、碳水化合物、无机盐、维生素及一些活性物质。只是不同的动物,所需成分不同而已。

鱼类营养的研究,始于 50 年代。美国科学家首先成功研制开发出适合于养殖鲑、鳟鱼类的配合饲料。日本科学家在 50 年代末开始了这方面的研究,至今已发展成为鱼类饲料研究和生产的先进国家。

我国的水产养殖历史悠久,人们素以传统的以天然饲料为主养鱼。自 1958 年起,我国进行了饲料源的扩展探索,并进行了精粗饲料搭配生产的应用。70 年代以来,我国已对主要养殖鱼类的营养需要和饲料配方进行了研究。从“六五”计划以后,每个五年计划都将配合饲料的研究,列入了重点科技攻关项目。如鱼虾的生理生化代谢等基础研究、名特优养殖品种的饲料配合研究,已列入农业部“九五”重点研究计划。国家资助研究的范围越来越广,研究经费逐年增多,极大地促进了动物营养研究和饲料工业的发展。

(一) 营养素生长需求的研究

营养素生长需求的研究,是为了确定动物生长过程中对各营养素需求量而进行的,它是人工配合饲料配方的依据。

营养需求的传统研究方法,是动物生长试验测定法。此法

首先是,通过配制营养素含量大范围变化的饲料,与动物生长饲养试验结果进行比较,初步确定各营养素的需求含量;第二,在第一步的基础上,通过配制营养素含量小范围变化的饲料,与动物生长试验结果进行比较,较准确地定出各营养素的需求含量;第三,对各营养素进行综合配比、调整,协同各营养素之间相互作用,再通过动物生长饲养试验来完善和确定饲料配方。这种方法,需要进行大量的试验工作,每一个配方的研制,都耗费大量人力、物力,而且由于受到水环境条件的限制,试验周期拖长,一个全价的配方研制,要用5~10年,甚至更长的时间,因此不能满足养殖生产的需要。

随着研究经验的丰富和研究方法的改进,人们对动物营养素需求的研究,不再仅仅局限于简单的营养素需求量生长试验的测定,而是进一步结合仪器分析和生理生化试验研究,提高研究的深度和速度。如对蛋白质的需求研究,首先,可以通过分析测定出动物体蛋白质含量、蛋白质氨基酸组成比例,快速确定蛋白质需求量的大致范围,直接进行蛋白质需求量小范围变化的动物生长饲养试验;第二,通过对饲料原料蛋白质含量及其氨基酸组成比例的测定,快速配制出蛋白质含量和氨基酸组成比例合理的饲料配方;第三,通过对饲料中蛋白质的消化吸收率测定,确定不同饲料原料配合中蛋白质的有效含量,再结合蛋白质代谢的研究,则可对蛋白质需求量的确定,达到非常精确的程度。然后,可再通过动物生长饲养试验,对配方进行进一步调整和完善。这样,与传统单一的动物生长饲养方法比较,不仅饲料质量可得到保障,而且可以大大提高饲料配方的研究进度。

（二）营养素生理作用的研究

动物摄食的营养素，在体内起着一定的生理作用，维持一定的生物功能。营养素生理作用的研究，是为了了解各营养素在动物生长代谢过程中所起的作用及其对特定组织、器官生物功能的影响。营养生理的研究途径很多，如行为生理、繁殖生理、发育生理、电生理、代谢生理、消化生理等。同位素示踪法，为常用的研究手段之一。

营养生理的研究，不仅可以确定营养素的生理作用，辅助治疗营养代谢引起的疾病，还可以从某一生物功能的表现，确定其需要量，从而提高营养配方的研制进度。

（三）饲料配比及添加剂的研究

对动物营养素的研究，不是最终目的，只有对饲料原料进行合理配比，生产出科学的配合饲料，才能应用于养殖生产。

一个全价的饲料，并不是简单地将各营养素按动物的需求量混合到一起就行了，还要根据各营养素之间的相互影响，加入必要的调节因子，进行合理调整，从而满足动物生长的特殊需要。

饲料配比的研究，是对饲料原料配比效果的研究。研究内容包括：配合饲料所需原料的种类、所含营养素间的相互作用、原料经加工后营养成分的变化、各营养成分的添加方式、添加剂的合理使用等。

为了改善配合饲料的性质，提高饲料质量，促进饲料转化，提高动物的防病能力，在配合饲料中添加的少量辅助成分，称为添加剂。添加剂是提高和保障配合饲料质量的重要物质。它的种类多、作用范围广、效率高。如粘合剂、诱食剂、脱壳剂、防霉剂、抗氧化剂等。添加剂包括营养性添加剂和非营