

水产营养需求与饲料配制技术丛书

对虾



营养需求与饲料配制技术

敬中华 主编 周嗣泉 王志忠 副主编

DUIXIA
JINGYANG XUQIU YU
LIAO PEIZHI JISHU

水产养殖
必备书籍

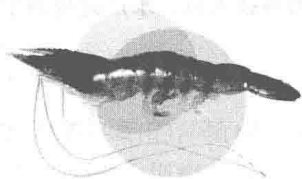
海外借



化学工业出版社

水产营养需求与饲料配制技术丛书

对虾



营养需求与饲料配制技术

敬中华 主编 周嗣泉 王志忠 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书针对近年来我国对虾饲料加工和对虾养殖,特别是南美白对虾养殖生产中的一些实际问题,系统介绍了我国目前主要养殖对虾的种类与其生长特性,对虾的营养需求,饲料加工技术及饲料常用原料和营养价值,对虾配合饲料,对虾配合饲料投喂技术,南美白对虾高产稳产的几种养殖模式,膨化饲料及其在对虾养殖中的应用技术,对虾饲料营养成分分析。本书内容丰富,与对虾饲料加工和对虾养殖生产实践结合紧密,内容的可操作性和指导性较强。

本书可为广大的对虾饲料加工从业者(饲料厂)提供参考,也可为广大的对虾养殖从业者(养殖场)提供帮助,还可以供从事对虾饲料和对虾养殖的科技人员、水产院校的学生和相关管理人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

对虾营养需求与饲料配制技术/敬中华主编. —北京:
化学工业出版社, 2016.9
(水产营养需求与饲料配制技术丛书)
ISBN 978-7-122-27659-9

I. ①对… II. ①敬… III. ①对虾科-虾类养殖-动物营养②对虾科-虾类养殖-配合饲料 IV. ①S968.22

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第166667号

责任编辑:漆艳萍
责任校对:宋玮

文字编辑:周侗
装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张9 $\frac{3}{4}$ 字数258千字
2016年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)
售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80 元

版权所有 违者必究



丛书编写委员会 ④

主 任	张家国		
副 主 任	周嗣泉		
委 员	敬中华	冷向军	刘立鹤
	聂国兴	潘 茜	余登航
	徐奇友	张家国	周嗣泉

本书编写人员名单

主 编	敬中华		
副 主 编	周嗣泉	王志忠	
参编人员	敬玉琦	王秉利	吴 君



• FOREWORD •

前言

对虾营养需求
与饲料配制技术

我国对虾养殖业的兴起是从 20 世纪 80 年代初开始的，随着对虾工厂化人工繁育技术的突破，对虾苗种实现了专业化、规模化生产，为对虾养殖业的快速发展创造了条件，促使我国对虾养殖进入大发展时期。当时北方地区的主养品种是中国对虾；南方地区的养殖品种在 1985 年以前以长毛对虾和墨吉对虾为主，兼养部分中国对虾和斑节对虾，1985 年以后，国内斑节对虾人工繁育技术获得突破，斑节对虾的苗种开始规模化供应，南方地区开始改养斑节对虾。

随着我国沿海地区对虾养殖面积的迅速扩大，精养程度的不断提高，对虾养殖业的无计划发展对环境产生的负面影响开始显露出来，导致沿岸水域出现不同程度的富营养化，对虾病害频繁发生。1993 年对虾白斑综合征病毒病在全国范围内呈暴发性流行，感染率高，病情发展快，使对虾养殖业蒙受巨大的损失，全国对虾养殖年产量曾一度下滑到 4 万吨左右。后来，随着南美白对虾养殖业的发展，我国的对虾养殖业得以逐渐恢复。目前，我国的对虾养殖已经进入一个全新的发展阶段，全国的对虾养殖产量获得了快速增长，以南美白对虾养殖为主的对虾养殖业近年来养殖产量连续多年保持稳产、高产，2014 年国内对虾养殖产量超过 120 万吨，其中南美白对虾的产量已经占到全国对虾养殖总产量的 93.4%。由此可见，南美白对虾在我国对虾养殖业中已经占据主导地位。

南美白对虾是当今世界养殖产量最高的三大虾类之一。南美白对虾原产于南美洲太平洋沿岸海域，中国科学院海洋研究所张伟权教授率先由美国引进该虾，并在 1992 年突破了育苗关，从小试到中试直至

在全国各地推广养殖，到 2000 年南美白对虾取代了斑节对虾在南方的养殖地位，成为主养品种。目前，我国海南、广东、广西、福建、浙江、江苏、山东、河北、天津等省、自治区、市已大面积养殖，天津市汉沽区杨家泊镇由于养殖的南美白对虾世界闻名，有“中国鱼虾之乡”的美称。南美白对虾具有个体大、生长快、对环境的适应能力强、抗病力强的特点，因此，对它的养殖生产打破了地域的限制，适宜大范围养殖，既可在热带、亚热带的沿海滩涂地区进行一年多茬的养殖，也可在咸、淡水交汇的低盐度河口区养殖，还可以在一些盐碱地区养殖，经过驯化甚至在水源充足的江河流域、淡水湖周边地区均可开展养殖生产。南美白对虾的养殖已经遍布我国众多省份，养殖模式不断发展，养殖规模不断扩大，养殖产量逐年增加。

随着南美白对虾养殖的迅猛发展，也随之出现了一系列问题，如苗种种质的退化、所投喂的饲料质量参差不齐、外源污染日趋严重、对虾疾病频发、养殖新技术有待提高等。早期对虾养殖利润丰厚，对虾饲料加工企业少，几乎无竞争，加上当时进口鱼粉价格便宜，对虾饲料的配方设计采取了高鱼粉、高蛋白质的思路。虽然国内养殖对虾几十年，对虾养殖品种几经改变，但对虾饲料的配方、产品的定位思路并无太大变化，现在对虾饲料的定位依旧延续了 20 世纪对虾饲料的配方设计思路。出现了很多影响产业发展的不利因素，其中在对虾养殖过程中盲目追求高产，投喂高蛋白质饲料以促使对虾尽快生长；饲料选择追求价格低廉，导致饲料中不能被对虾利用的氮排放增多，对养殖的水环境造成了污染，养殖户又用一些化学产品调水改水，加剧了整个养殖水环境的恶化。

我国海岸线长，盐碱地多，适合养殖对虾尤其是南美白对虾的区域广，养殖模式也多种多样，对饲料的需求量也越来越大。为了使对虾饲料加工从业者更好地熟悉各种对虾的营养需求和养殖模式，便于加工出更适合市场需求又符合对虾营养需求的优质饲料，也为了使各地的对虾养殖从业者因地制宜开展对虾的健康、生态、高效养殖，使各地的对虾养殖从业者真正了解对虾的营养需求，并在养殖过程中选到适合自己养殖模式的质优价廉的配合饲料，本书重点介绍了目前我国主要养殖的对虾种类及生长特性、对虾类的营养需求和对虾饲料加

工常用原料与营养价值、对虾饲料原料的选择及部分推荐原料、对虾饲料的配方设计和加工工艺及对虾配合饲料的特点、对虾饲料的投喂技术，总结了我国从南到北南美白对虾养殖的几种高产稳产养殖模式（即高位池模式、小拱棚模式、上粮下渔模式、汉沽模式等）。还介绍了虾类沉性膨化饲料及其在对虾养殖中的应用技术。

本书所编写的内容主要来自笔者的实践经验，部分内容参考引用了已经公开发表的论著、论文等，本书内容以对虾营养需求与对虾饲料加工为主，部分介绍了对虾饲料的投喂技术和养殖技术。力求所编内容系统、实用、易懂、科学，深入浅出，图文并茂，既可为广大的对虾饲料加工从业者（饲料厂）提供参考，也可为广大的对虾养殖从业者（养殖场）提供帮助，还可以供从事对虾饲料和对虾养殖的科技人员、水产院校的学生和相关管理人员参阅。

由于笔者的水平有限，且编写时间仓促，书中可能存在疏漏和不足，敬请读者批评指正。

编 者



• CONTENTS •

目录

对虾营养需求
与饲料配制技术

第一章 主要养殖对虾的种类与消化吸收系统

第一节 主要养殖对虾的种类	2
一、中国对虾	3
二、南美白对虾	6
三、斑节对虾	8
四、日本对虾	10
第二节 对虾的消化吸收系统	11
一、消化道	12
二、消化腺	12

第二章 对虾的营养需求

第一节 基本知识	15
一、概念与定义	15
二、对虾营养需求概述	17
第二节 对虾对蛋白质的需求	20
一、蛋白质的分类	20
二、蛋白质的组成结构	21
三、蛋白质的生理功能	22
四、对虾的变态和食性变化	23
五、对虾对蛋白质的需求量	24

六、对虾对氨基酸的需求	29
七、不同饲料蛋白质源的消化率	34
八、影响蛋白质消化吸收的因素	36
第三节 对虾对脂类的需求	36
一、脂类的组成与分类	36
二、脂类的作用	37
三、对虾对脂肪、脂肪酸的需求	39
四、对虾对类脂的需求	40
五、脂肪氧化酸败与危害	43
第四节 对虾对碳水化合物(糖类)的需求	44
一、碳水化合物(糖类)的种类	44
二、碳水化合物(糖类)的生理功能	45
三、对虾对碳水化合物(糖类)的需求量	47
第五节 对虾对矿物质的需求	51
一、矿物质的生理作用	51
二、矿物质的组成	52
三、对虾对矿物质的需求量	53
四、矿物质缺乏症	57
第六节 对虾对维生素的需求	60
一、维生素的种类	60
二、维生素的作用	60
三、维生素的稳定性与饲料加工中的损耗	64
四、对虾对维生素的需求量	64
五、对虾维生素缺乏症	68
第七节 对虾营养标准	68

第三章 对虾饲料原料与营养价值

第一节 饲料原料的相关概念与分类	72
一、基本概念	72
二、我国传统饲料的分类法	73
第二节 蛋白质饲料	74
一、植物性蛋白饲料	74

二、动物性蛋白饲料	79
三、单细胞蛋白饲料	84
第三节 能量饲料	86
一、谷实类	86
二、糠麸类	88
三、饲用油脂	88
第四节 矿物质饲料	89
一、矿物质种类	89
二、矿物质营养	93
第五节 维生素饲料	94
一、维生素饲料的选择	95
二、维生素饲料的配伍	96
三、维生素饲料的添加方法	96
四、维生素饲料产品的包装储存	96
第六节 对虾饲料添加剂	97
一、营养性添加剂	97
二、非营养性添加剂	99
三、黏合剂	111
第七节 饲料蛋白质源的开发利用	112
一、关于鱼粉替代	113
二、蛋白质源的应用	113
三、影响饲料蛋白质源利用的因素	116
四、应用前景	118

第四章 对虾配合饲料

第一节 对虾配合饲料的特点	120
第二节 对虾饲料配方设计与常用配方	121
一、饲料配方设计的依据	121
二、对虾饲料配方设计的原则	123
三、对虾饲料配方的设计方法	127
四、预混合饲料配方设计	129
五、对虾环保饲料的配方设计	130

六、对虾常用饲料配方	133
第三节 对虾配合饲料的加工	135
一、加工工艺与对虾饲料质量的关系	135
二、对虾饲料主要加工工艺流程	138
三、原料采购与质量控制	149
四、饲料原料的选择	151
第四节 配合饲料的包装、运输与储藏	152
一、配合饲料的包装运输	152
二、配合饲料的储藏	153
第五节 虾类膨化饲料	154

第五章 对虾配合饲料投喂技术

第一节 配合饲料的选择	158
一、对虾饲料的种类	158
二、对虾配合饲料的选择	161
三、对虾饲料质量的鉴别	164
第二节 配合饲料的投喂原则	166
一、对虾摄食行为与摄食习性	166
二、对虾饲料投喂的基本原则	167
三、科学投喂的几个关键	169
第三节 投喂量的确定与投喂方式	171
一、日投饵量的确定	171
二、投喂方法	174
第四节 日投喂次数与投喂时间	177
第五节 对虾生物饵料的培养与利用	178
一、池塘中生物饵料的种类	179
二、生物饵料的培养	180
三、对虾对生物饵料的摄食量及饵料系数	186

第六章 南美白对虾高产稳产的几种养殖模式

第一节 南方“高位池养殖模式”	189
-----------------	-----

一、池塘结构与特点	190
二、高位池的类型	191
三、高位池养虾的管理措施与关键技术	195
第二节 黄河三角洲地区“上粮下渔养殖模式”	206
一、池塘的结构与特点	207
二、“上粮下渔养殖模式”优缺点	209
三、“上粮下渔养殖模式”的关键技术	210
第三节 天津滨海新区“汉沽养殖模式”	220
一、池塘结构和特点	221
二、“汉沽养殖模式”的关键技术	223
三、“汉沽养殖模式”的优缺点	232
第四节 江苏南通地区“小拱棚养殖模式”	233
一、小拱棚建造及特点	234
二、小拱棚养殖的优点	235
三、小拱棚养殖南美白对虾的关键技术	236

第七章 膨化饲料及其在对虾养殖中的应用技术

第一节 膨化饲料的定义	246
第二节 膨化虾料与硬颗粒虾料优缺点比较	246
一、膨化虾料的优点	246
二、膨化虾料缺点	248
第三节 膨化饲料养虾关键技术要点	249
一、池塘清整与消毒	249
二、进水与肥水培养天然饵料生物	249
三、饲料投喂	250
四、水环境管理	251

第八章 对虾饲料营养成分分析

第一节 对虾配合饲料的定性分析	253
一、对虾饲料的感官检测方法	253
二、显微镜检测技术	254

第二节 对虾配合饲料的营养成分测定	255
一、饲料中水分的测定方法	255
二、饲料中粗蛋白质的测定方法	257
三、饲料中粗脂肪的测定方法(油重法)	261
四、饲料中粗纤维的测定方法	263
五、饲料中粗灰分的测定方法	265
六、饲料中钙含量的测定方法(高锰酸钾滴定法)	266
七、饲料中总磷的测定方法(钼黄比色法)	270
八、真蛋白质的测定方法	273
九、无氮浸出物的测定方法	274
十、饲料中砂分的测定	275
十一、盐分的测定	276
十二、脂肪酸的测定	279
十三、油脂酸价的测定方法	280

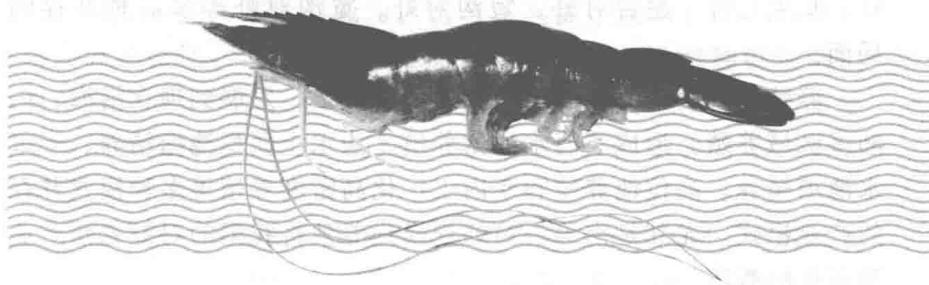
附 录

附录1 无公害食品 渔用配合饲料安全限量	282
附录2 对虾饲料质量的简单判定方法	284
附录3 掺假豆粕的鉴定	286
附录4 鱼粉掺假检验	288
附录5 对虾体长体重对照表	291

参 考 文 献

第一章

主要养殖对虾的种类 与消化吸收系统





◆ 主要养殖对虾的种类 ◆

自1993年发生了全国性对虾暴发病以来，我国对虾养殖业在经历了多年的探索、徘徊之后，目前已得到了明显的恢复和发展。分析我国对虾养殖业重新崛起的原因，除了养殖条件明显改善、健康养殖观念日益普及外，养殖方式、养殖品种和养殖模式因地制宜和多样化也是一个很重要的原因。

1993年以前，我国的对虾养殖业以中国对虾养殖为主，其产量占我国养虾总产量的80%以上。1993年以后，逐渐发展到目前以南美白对虾为主，中国对虾、斑节对虾、日本对虾、刀额新对虾、长毛对虾、墨吉对虾、短沟对虾、宽沟对虾等多品种并存的局面。

养殖方式由沿海单一的海水大池塘养殖，发展到现在沿海、内陆多区域养殖。形成了海水池塘养殖、淡水小面积池塘精养、半咸水池塘精养、高位池养殖和室内工厂化高密度养殖等多种模式并存的产业模式。尤其是南美白对虾规模化养殖将我国的对虾养殖产业重新推向辉煌。

近年来，我国对虾产量基本保持着稳产、高产的态势。2012年总产量达到了145万吨；2013年由于早期死亡综合征和急性肝胰脏坏死病的暴发，产量有所下滑，险些跌破100万吨；然而随着对虾养殖模式的改进、病害的有效防控，2014年对虾养殖产量又开始回升，养殖总产量超过了120万吨。其中南美白对虾的产量占到了我国对虾总产量的90%以上。主要养殖分布区域：广东35%、广西13%、浙江8%、江苏7%、福建7%、海南6%、华北13%、其他地区11%。

一、中国对虾

中国对虾又称中国明对虾 (*Penaeus chinensis*)、东方对虾, 属节肢动物门、甲壳纲、十足目、对虾科、对虾属。海捕的中国对虾, 雄性偏黄色, 雌性偏青色, 过去常因成对出售, 故称对虾。野生中国对虾体重一般在 30~50 克, 规格越大越稀少。

我国沿海均可养殖, 是我国 20 世纪 70、80 年代及 90 年代初主要的养殖种类。用此虾做的油焖大虾乃经典名吃之最, 壳薄虾肉香酥绵软, 回味绵延。

1. 中国对虾的生物学特性

对虾是变温动物, 环境水温影响着其体内生理、生化反应的速度, 因而决定其新陈代谢的速率, 从而影响对虾的生长、发育、繁殖, 以及对虾在自然界的分布。中国对虾在我国沿海有两个地方种群: 一是分布于珠江口的种群, 属于高温虾类, 耐低温能力较差; 二是分布于我国北方黄渤海的种群, 既能耐受较高的温度, 又有较强的耐低温能力。这与其起源于南海有关, 既保留了耐高温的特性, 又适应了北方的低温环境。黄渤海种群生活的水温范围为 8~26℃。越冬场的最低水温可达 6℃, 而仔虾生活的潮间带水温可达 32℃。幼虾在 35~38℃ 时活动异常, 39℃ 立即死亡。

中国对虾个体较大, 体形侧扁, 甲壳薄, 光滑透明。雌虾体长 18~24 厘米, 雄虾体长 13~17 厘米。通常雌虾个体大于雄虾。对虾全身由 20 节组成, 头部 5 节、胸部 8 节、腹部 7 节。除尾节外, 各节均有附肢一对。有 5 对步足, 前 3 对呈钳状, 后 2 对呈爪状。头胸甲前缘中央突出形成额角。额角上下缘均有锯齿。

养殖的中国对虾一般体长 12~15 厘米, 体重 20~40 克。生命周期为 1 年, 个别个体能活两三年。

中国对虾属于广盐性种类, 它对渗透压的调节能力较强。自然条件下, 中国对虾产卵、胚胎发育和幼体发育都是在近海中完成的, 盐度一般 2.3%~2.9%。仔虾具有溯河的习性, 多分布在河

口或河道内，分布范围与河道的径流量有关。人工养殖条件下，中国对虾能在低盐水中生活，但在纯淡水中不能生存。中国对虾生存的水环境直接影响着对虾的生理功能，决定着其生存和生长发育。因此，养殖对虾的区域要避免养殖用水受各种污染。吴彰宽等研究了常见物质及药物对中国对虾幼体和幼虾的毒性，详见表 1-1。

表 1-1 常见物质及药物对中国对虾幼体和幼虾的毒性

物质名称	半致死浓度($TC_{50} \times 10^{-6}$)			安全浓度 $\times 10^{-6}$
	24 小时	48 小时	96 小时	
汞(Hg^{2+})	0.1	0.018		0.0002*
铜(Cu^{2+})	10.1	2.25	0.17	0.017
锌(Zn^{2+})	3.1	2.5	0.3	0.03
铅(Pb^{2+})		6.8	1.6	0.16
酚(C_6H_5OH)	27.0	25.5	7.0	0.7
氯化汞	1.52	0.57	0.42	0.04
硫酸铜	10.1	8.4	5.3	0.5
硫酸锌	12.0	7.0	4.2	0.4
原油	20.0	13.1	11.1	1.1
汽油	1.18	1.0	1.0	0.1
煤油	1.42	1.25	0.2	0.02
轻柴油	7.0	5.0		0.76*
润滑油		25.0	5.0	0.5
马拉硫磷	0.068	0.021	0.013	0.001
敌百虫			0.056	0.005
内吸磷	0.1	0.04	0.026	0.002
杀虫咪	11.5	5.9	2.85	0.3
五氯酚钠			0.32	0.03
苯酚	36.0	31.0	22.0	2.2
间苯二酚	168.0	22.5	10.0	1.0
对苯二酚	1.17	0.6	0.6	0.06