

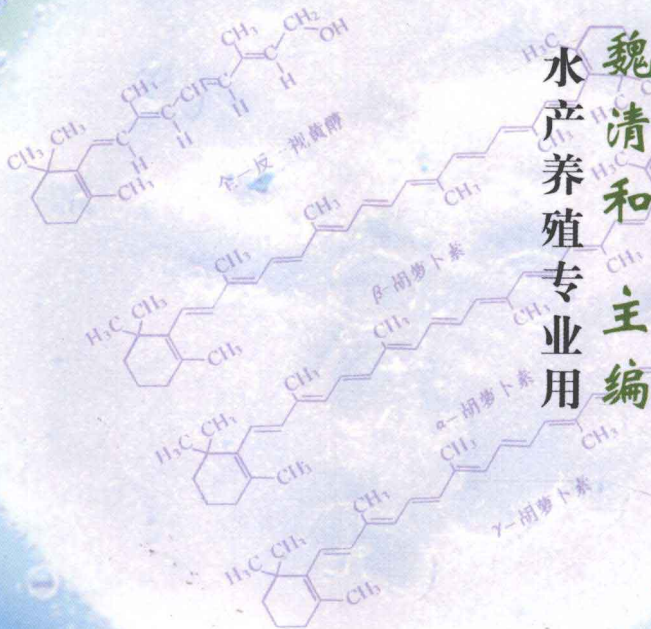


21世纪农业部高职高专规划教材

水生动物

营养与饲料学

魏清和 主编
水产养殖专业用



中国农业出版社

21SHIJINONGYEBUGAOGZHIGAOZHIGAOZHIGUANGUIHUAJIAOCAI

21

世纪农业部高职高专规划教材

水生动物营养与饲料学

魏清和 主编

水产养殖专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水生动物营养与饲料学/魏清和主编. —北京: 中国农业出版社, 2004.7 (2008.6 重印)

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 978-7-109-09016-3

I. 水… II. 魏… III. 水生动物-饲料-高等学校: 技术学校-教材 IV. S963

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 062670 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 曾丹霞 刘振生

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版 2008 年 6 月北京第 2 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22

字数: 498 千字

定价: 27.90 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材重点阐述了水生动物营养的基本理论及水生动物的消化生理知识。重点介绍了各类饲料资源的特性、加工利用方法，饲料配方设计、配合饲料加工工艺、饲料质量标准及营养价值评定方法、水产养殖投饲技术等内容。同时，对生物饵料培育方法和无公害饲料亦作了较详尽的介绍。

本教材在编写过程中，注意了紧密联系渔业生产和饲料加工生产的实际情况，贯彻理论联系实际的原则，在阐述基础知识和基本理论的同时，注重实验实训项目内容。本教材内容涉及面广，图文并茂，重点突出，实用性强，且通俗易懂，是水产类高职高专的专业教材之一，也是水产中职教学、从事饲料配方和饲料经营人员的参考书，同时也可作为农村基层干部、水产养殖者和农村青年的学习参考书。

编写人员

主 编 魏清和 (四川农业大学水产学院)

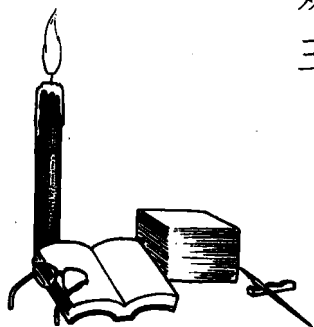
副主编 贾 刚 (四川农业大学)

编 者 陈万清 (西南农业大学三江职业技术学院)

郝彦周 (烟台大学海洋学院)

姚 茹 (广东省水产学校)

王兴礼 (山东省临沂师范学院)



出版说明

CHUBANSHUOMING

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，近年来高职高专教育有很大的发展，为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才。当前，高职高专教育成为社会关注的热点，面临大好的发展机遇。同时，经济、科技和社会发展也对高职高专人才培养提出了许多新的、更高的要求。但是，通过对部分高等农业职业技术学院、中等农业学校高职班教学和教材使用等情况的了解，目前农业高职高专教育的部分教材定位不准确，不能体现职业特色，已不同程度地影响了当前教学的开展和教育改革工作。针对上述情况，并根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的精神，中国农业出版社受农业部委托，在广泛调查研究的基础上，组织有关专家制定了 21 世纪农业部高职高专规划教材编写出版规划。根据各校有关专业的设置，按专业陆续分批出版。

教材的编写是按照教育部高职高专教材建设要求，紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才，即培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，德、智、体、美全面发展的高等技术应用性专门人才。教材定位是：基础课程体现以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点；专业课加强针对性和实用性。相信这些教材



的出版将对培养高等技术应用性专门人才，提高劳动者素质，对建设社会主义精神文明，促进社会进步和经济发展起到重要的作用。

21世纪农业部高职高专规划教材突出基础理论知识的应用和实践能力的培养，具有针对性和实用性。适用于全国相关专业的高等职业技术学院、成教学院、高等专科学校、中专和技术学校的高职班师生和相关层次的培训及自学。

在规划教材出版之际，对参与教材策划、主编、参编及审定工作的专家、老师以及支持教材编写的各高等职业技术学院一并表示感谢！

中国农业出版社

2004年5月

编写说明

BIANXIESHUOMING

本教材是农业部规划编写的高职高专院校通用教材之一。适用于淡水养殖、海水养殖、特种水产养殖和动物营养与饲料加工等专业。在编写过程中，为了适应高职高专的办学宗旨，始终抓住“实用、够用”的原则，在内容处理上由浅至深，循序渐进。在介绍营养理论知识的同时，特别注重实践技能的培养。

本教材收集了1970年至2003年国内外关于鱼类营养与饲料方面的科研资料。在较为系统介绍水生动物营养与饲料的基本知识和实践技能的同时，编写了渔业生产中非常重要的生物饵料、无公害饲料、绿色饲料等有关内容，并吸收了一些最新科研成果和生产经验。

本教材所述内容范围较广，教材内容与教学大纲要求的自然章节不完全一致，而且实验实训较多，教学中应根据具体情况，对本课程的讲授内容和实验实训的开设各有侧重，不应强求一律。

全书由魏清和任主编，并编写绪论和第六章。贾刚任副主编，并编写第一章和第二章。陈万清参与统稿工作，并编写第八章。郝彦周编写第三章。姚茹编写第四章和第七章。王兴礼编写第五章。

本书由吴江研究员审稿。在编写过程中，贺红川（西南农业大学三江职业技术学院）及王炼（四川农业大学水



产学院)提出了宝贵的修改意见,在此衷心致谢!

由于编者水平所限,书中如有错误或疏漏,诚望广大读者批评指正。

编者

2004年5月

出版说明
编写说明

绪论 1

第 1 章 水生动物的食性及其消化生理 5

第一节 水生动物的食性.....	5
一、鱼类食性.....	5
二、贝、虾、蟹类食性.....	7
三、蛙类食性.....	7
四、鳖的食性.....	8
第二节 水生动物对营养物质的摄取、消化与吸收.....	8
一、摄食.....	8
二、消化与吸收	11
三、消化率及其主要影响因素	14
▶ 复习思考题	16
▶ 实验实训	16
▶ 实验一 水生动物饲料表观消化率的测定	16

第 2 章 水生动物营养及其 19

第一节 概述	19
一、水生动物营养	19





二、水生动物及饲料的化学组成	20
三、水生动物的营养特点	22
第二节 蛋白质营养	23
一、蛋白质的组成和分类	23
二、蛋白质的生理功能	25
三、蛋白质的代谢	26
四、氨基酸及肽的营养	27
五、蛋白质的营养价值	32
六、蛋白质缺乏或过剩对动物的影响	33
七、蛋白质及必需氨基酸的营养需要	34
第三节 碳水化合物营养	41
一、碳水化合物的分类及与营养相关的基本性质	41
二、碳水化合物的生理功能	42
三、水生动物对碳水化合物的利用特点	43
四、水生动物对碳水化合物的需求	44
第四节 脂类营养	47
一、脂类的生理功能	48
二、水生动物对脂类的利用特点	49
三、水生动物对脂类的需求	50
四、脂类的氧化酸败对水生动物的危害	53
第五节 矿物质营养	55
一、矿物质的生理功能	55
二、主要矿物元素营养	55
三、水生动物对矿物质的利用特点	59
四、水生动物对矿物元素的需求	60
五、矿物质的缺乏症	61
第六节 维生素营养	62
一、维生素的分类及营养生理功能	63
二、水生动物对维生素的需求	68
三、维生素的缺乏症	72
第七节 能量营养	74
一、饲料的能量	74
二、水生动物的能量代谢	76
三、水生动物的能量需求	77
四、能量·蛋白比	77
第八节 营养物质的相互关系	78
一、能量与其他物质的关系	79
二、蛋白质、氨基酸与其他营养物质的关系	80



三、矿物质与其他营养物质的关系	81
四、维生素间的相互关系	81
▶ 复习思考题	82
▶ 实验实训	84
第一部分 概略养分分析	84
实验一 饲料水分的测定	84
实验二 饲料粗蛋白质的测定	86
实验三 饲料粗脂肪的测定	89
实验四 饲料粗纤维的测定	90
实验五 饲料粗灰分的测定	93
第二部分 纯养分分析	95
实验六 饲料中钙的测定 (GB/T 6436—2002)	95
实验七 饲料中总磷量的测定 (GB/T 6437—2002)	97
实验八 真蛋白的测定	99
实验九 有效赖氨酸的测定——染料结合赖氨酸法 (DBL法)	100
实验十 直链淀粉和支链淀粉的测定	105
实验十一 饲料中铁、铜、锰、锌、镁的 测定方法	107
实验十二 饲料中总抗坏血酸的测定	111

第 3 章 基础饲料与饲料添加剂

114

第一节 饲料的分类及相应的特性	114
一、传统分类法	114
二、现行分类法	115
第二节 常见商品饲料介绍	119
一、动物性饲料	119
二、禾本科谷实	121
三、豆科籽实	122
四、饼粕类饲料	123
五、糠麸类饲料	127
六、糟渣类饲料	128
七、微生物类饲料	129
八、树叶、草粉类	130
第三节 饲料资源的开发与利用	130
一、饲料资源开发利用的概念与内容	131
二、饲料资源的类型和利用方式	131



三、饲料资源开发利用价值的确定	131
四、饲料资源开发利用的基本方法	132
五、再生性饲料资源举例	132
第四节 饲料添加剂	133
一、概述	133
二、营养性添加剂	134
三、非营养性添加剂	150
四、其他添加剂	159
第五节 抗营养因子和饲料毒素	164
一、饲料中固有的抗营养因子和毒素	165
二、饲料的污染物质	168
三、抗营养因子的消除	171
▶ 复习思考题	173
▶ 实验实训 饲料常见种类的识别	175

第 4 章 生物饵料培养

176

第一节 生物饵料概述	176
一、饵料和生物饵料	176
二、生物饵料的优点	176
三、培养的优良生物饵料种应具备的条件	177
四、培养的主要类群	177
五、生物饵料在水产动物养殖生产中的 应用情况	177
第二节 光合细菌的培养	178
一、光合细菌的生物学	181
二、光合细菌的菌种分离和菌种保藏技术	186
三、光合细菌的培养	189
第三节 植物性生物饵料的培养	194
一、培养的重要种类及其生物学	194
二、培养方式和培养设备	200
三、培养方法	204
第四节 动物性生物饵料的培养	210
一、轮虫的培养技术	210
二、卤虫的培养技术	215
三、枝角类的培养	220
四、颤蚓的培养	223
五、田螺的培养	224



六、蝇蛆的培养	226
---------------	-----

第 5 章 饲料配方的设计与配合饲料的加工

第一节 配合饲料概述	229
一、配合饲料及有关概念	229
二、配合饲料的发展	230
三、配合饲料的优越性	231
四、配合饲料的类型	232
五、配合饲料的规格	233
第二节 饲料配方的设计原则与要求	234
一、饲料配方设计的依据和原则	234
二、饲料配方设计流程	235
三、配合饲料原料的选择及配制时的注意事项	236
第三节 配合饲料配方设计方法	238
一、试差法	238
二、方块法	238
三、代数法	239
四、计算器计算配方法	240
五、线性规划及电子计算机设计法	243
六、计算机软件设计法	246
第四节 预混合饲料和浓缩饲料的配方设计	246
一、预混合饲料的配方设计	246
二、浓缩料的配方设计	251
第五节 水生动物的营养指标和饲料配方	252
一、主要养殖鱼类的营养需求和饲料配方	252
二、虾类的营养指标与饲料配方	255
三、甲鱼的营养指标与饲料配方	257
四、其他水产动物的饲料配方	258
第六节 配合饲料的加工工艺与质量管理	258
一、配合饲料的加工工序及设备	259
二、配合饲料的加工工艺流程	259
三、配合饲料的加工方法	261
四、配合饲料的质量管理	270
▶ 复习思考题	273
▶ 实验实训	274

第 6 章 投饲技术 276

第一节 影响鱼类饲料系数的因素	276
一、鱼种质量及健康状况	276
二、饲料质量	276
三、水质	277
四、投饲技术	277
第二节 投饲量	277
一、影响日投饲量(率)的因素	278
二、常见水产养殖动物的投饲率	280
三、投饲量的计算	283
四、实际日投饲量的确定	285
第三节 投饲技术	285
一、鱼类养殖投饲技术	285
二、名特优水产养殖投饲技术	288
▶ 复习思考题	289
▶ 实验实训 养殖场现场投饲量的确定及投饲	289

第 7 章 饲料质量标准及营养价值评价 290

第一节 饲料基础原料质量标准	290
一、饲料基础原料质量指标及分级标准	290
二、饲料(原料)中掺杂物的鉴别方法	300
第二节 饲料营养价值的评价	301
一、化学评价法	301
二、生理—生化评价法	303
三、生物学评价法	304
四、测定指标的评价与选择	305

第 8 章 无公害饲料与绿色饲料 307

第一节 概述	307
一、绿色产品的发展概况及相关术语	307
二、影响饲料安全的因素	310
第二节 无公害渔用配合饲料与绿色饲料的生产	311
一、建立和实施科学的管理体系和执行 ISO 质量标准	312



二、无公害饲料的质量要求	313
三、绿色饲料生产标准	317
第三节 提高饲料安全性的途径	319
一、加强有效监督管理和监控、检测体系的建设	319
二、严禁使用、严厉查处违禁药物作为饲料 添加剂	319
三、饲料生产过程中的药物添加剂污染控制	320
四、严格控制有毒物质的流入, 把好饲料原料的 质量关	320
五、发展饲料工业, 提高饲料产品质量	320
六、加强检验检疫工作	320
七、减少药物残留, 加速推广应用新型绿色安全的 饲料添加剂	321
八、加快绿色水产饲料添加剂的开发	321
► 复习思考题	323

附录

324

附录1 中华人民共和国饲料和饲料添加剂管理条例	324
附录2 中华人民共和国兽药管理条例	329
主要参考文献	334

绪 论

一、水生动物营养与饲料学的研究范畴与目的

水生动物营养与饲料学的研究对象是鱼、虾、蟹、两栖类等，所有人工养殖的水产动物均是其研究的主要对象。其研究的内容主要包括养殖的水产动物需要哪些营养物质，需要多少，在体内如何转化利用；常用的饲料原料中有些什么，水产动物怎样才能更有效地利用这些饲料资源等。其目的是，在学术上通过动物机体的生长和体内的化学变化来认识养殖动物的营养生理机能、营养生化变化和营养需求，阐明饲料中的营养物质对动物机体的影响；在生产应用上力求用最少的饲料消耗，饲养出量多质优的动物产品，为提高养殖生产水平服务。

动物将外界的物质经摄食、消化、吸收利用，转化为自身机体组织的过程，称为营养。在营养过程中，对动物有用、有益的物质称为营养物质或营养素。研究表明，动物所需的营养物质主要包括水、蛋白质、糖类、脂肪、矿物质和维生素等六大类物质。从动物的需求层次上看，动物每时每刻均需消耗能量来维持其生命特征和适应环境等。因此，动物的第一需要是对能量的需求；处在第二层次的需要是对结构物质的需求。动物需要一些物质来组成、更新、修补机体组织；第三层次的需求为对调节物质的需求。动物体内的物质、能量的转化、流动过程，需要一些物质来进行调节和控制，如酶类、激素、某些矿物质及维生素等。

凡能直接或间接加工后被动物摄食、消化、吸收利用的，且在一定条件下无毒的物质，称为饲料。它既包括自然界中大量存在的一些原料，也含人类加工、制造的部分产品。从分析结果上看，饲料中的一般成分包括粗水分、粗蛋白质、粗脂肪、无氮浸出物、粗纤维和粗灰分等几大类物质。饲料组成与动物营养需求之间，无论

