

现代养殖技术系列



鱼类的饲料 与 养殖

周明 编著

YULEI DE SILIAO
YU
YANGZHI



安徽
科学技术
出版社

现代养殖技术系列

鱼类的饲料与养殖

周 明 编著

安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

鱼类的饲料与养殖/周明编著.-合肥:安徽科学技术出版社,2000

(现代养殖技术系列)

ISBN 7-5337-1906-9

I. 鱼… II. 周… III. ①鱼类-饵料 ②鱼类养殖
IV. S965

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 64540 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2825419

新华书店经销 合肥东方红印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:7.5 字数:185千

2000年1月第1版 2000年8月第2次印刷

印数:5 000

ISBN 7-5337-1906-9/S·320 定价:12.00元

(本书如有倒装、缺页等问题向本社发行科调换)

内 容 提 要

本书较全面地介绍了鱼类营养、饲料和饲喂方面的知识及其新进展。主要内容如下:鱼类的蛋白质、脂质、糖分、能量、维生素、矿物质等营养原理及其对这些营养素的需要量;用于鱼类的各类饲料的营养特点、饲用价值、饲用方法、加工调制和保藏技术以及非常规饲料的开发利用;鱼类饲料的配制、成型和投喂技术;主要养殖鱼种典型饲粮配方简介等。

本书的特点是集理论性、技术性、先进性、实用性和可操作性于一体。

本书主要供广大的养鱼专业场(户)使用,对大专院校水产专业师生、水产类科研人员亦有很好的参考价值。

目 录

绪论	(1)
第一章 鱼的消化生理	(4)
第一节 鱼的消化管	(4)
第二节 鱼的消化腺	(7)
第三节 鱼对饲料的消化	(8)
第二章 鱼的蛋白质营养	(12)
第一节 概述	(12)
第二节 鱼对蛋白质的消化与吸收	(19)
第三节 鱼的氨基酸营养	(21)
第四节 饲料蛋白质营养价值的评定	(27)
第三章 鱼的脂质营养	(31)
第一节 概述	(31)
第二节 鱼对脂质的消化、吸收和利用	(35)
第三节 必需脂肪酸	(36)
第四章 鱼的糖类物质营养	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 鱼对糖的消化、吸收和利用	(44)
第五章 鱼的能量营养	(46)
第一节 概述	(46)

第二节	饲料能量在鱼体内的代谢	(47)
第六章	鱼的维生素营养	(51)
第一节	概述	(51)
第二节	脂溶性维生素	(52)
第三节	B族维生素	(57)
第四节	维生素C	(64)
第七章	鱼的矿物质营养	(71)
第一节	概述	(71)
第二节	常量元素	(74)
第三节	微量元素	(79)
第八章	鱼的营养需要	(86)
第一节	概述	(86)
第二节	鱼对蛋白质的需要量	(89)
第三节	鱼对氨基酸的需要量	(93)
第四节	鱼对脂质的需要	(95)
第五节	鱼饲料中糖的适宜含量	(97)
第六节	鱼对能量的需要量	(98)
第七节	鱼对维生素的需要量	(99)
第八节	鱼对矿物质的需要量	(102)
第九章	饲料分类编码法	(106)
第一节	哈里士饲料分类编码法	(106)
第二节	中国饲料分类编码法	(108)
第十章	能量饲料	(111)

第一节	谷实类饲料·····	(111)
第二节	糠麸类饲料·····	(116)
第十一章	蛋白质补充饲料·····	(119)
第一节	动物性蛋白质饲料·····	(119)
第二节	植物性蛋白质饲料·····	(129)
第三节	微生物性蛋白质饲料·····	(139)
第十二章	青绿多汁饲料·····	(142)
第一节	青饲料·····	(142)
第二节	多汁饲料·····	(150)
第十三章	粗饲料·····	(155)
第一节	秸秆类饲料·····	(155)
第二节	秕壳类饲料·····	(158)
第三节	干草·····	(158)
第四节	树叶类饲料·····	(159)
第十四章	矿物质饲料·····	(161)
第一节	常量矿物元素饲料·····	(161)
第二节	微量矿物元素饲料·····	(163)
第三节	天然矿物质饲料·····	(165)
第十五章	其他饲料·····	(168)
第一节	天然性饵料·····	(168)
第二节	动物粪便饲料·····	(170)
第十六章	饲料添加剂·····	(176)
第一节	氨基酸添加剂·····	(176)

第二节	维生素添加剂·····	(177)
第三节	微量元素添加剂·····	(178)
第四节	饲料粘结剂·····	(180)
第五节	诱食剂·····	(181)
第六节	饲料保藏添加剂·····	(184)
第十七章	饲料的加工调制和保藏技术·····	(187)
第一节	青饲料的加工调制·····	(187)
第二节	粗饲料的加工调制·····	(191)
第三节	能量饲料的加工调制·····	(194)
第四节	蛋白质饲料的加工调制·····	(196)
第五节	饲料的保藏技术·····	(199)
第十八章	鱼类饲粮配制·····	(204)
第一节	基本概念·····	(204)
第二节	鱼类饲粮配制·····	(206)
第三节	鱼类饲粮配方·····	(209)
第十九章	鱼类饲粮成型技术·····	(221)
第一节	鱼类饲粮形态·····	(221)
第二节	成型饲粮的优缺点·····	(222)
第三节	饲粮成型机械及其工作原理·····	(223)
第四节	饲粮成型工艺·····	(225)
第二十章	投料技术·····	(227)
第一节	投料量·····	(227)
第二节	投料技术·····	(229)

绪 论

近二十多年来,我国水产业迅猛发展。鱼类养殖由天然养殖发展到人工养殖,再发展到配方投料养殖。生产实践证明:配方投料养殖是夺取鱼类高产的主要措施之一,而配方投料养殖要靠鱼类营养与饲料知识为指导。

国外对鱼类营养与饲料方面的研究始于 20 世纪 50 年代,我国 20 世纪 70 年代才开展这方面的研究。起步虽晚,但发展很快,已积累了大量研究资料。因此,鱼类营养与饲料作为一门学科已基本成熟。

鱼类摄取某些物料,以供生命活动和生长、生殖等所需。这些复杂的生物学过程就称鱼类营养。这里的物料就是营养源,在鱼类中称作饵料或饲料。所谓鱼饲料,是指可供鱼类饲用,并对鱼类有积极作用的一切物料。物料可供饲用的含义是指物料无毒或毒性很小,或有毒但采取一定方法能够脱毒,鱼类能安全食用。物料对鱼类的积极作用主要包括物料对鱼体有营养作用(这是饲料的最基本作用)或无营养作用但有其他特殊用途,如能诱引鱼采食,增加鱼的采食量,提高营养物质消化、吸收和利用效率,减少养分在储藏过程的损失和进入水中的溶失,增强鱼的抗逆能力等。饲料术语的如上释义,在饲料日益短缺的今天,对人们开发新的饲料资源无疑有指导作用。

《鱼类的饲料与养殖》一书的主要研究内容是:①鱼类在维持生命和生长、生殖等过程中需要的营养素。到目前为止,已证明包括鱼在内的各种动物需要 50 种以上营养素。②鱼对饲料的摄取、消化、吸收、中间代谢以及排泄等过程。③各养分对鱼体的营养作

用及其机制。④测定鱼类对各养分的需要量。⑤饲料分类方法。⑥各类饲料的营养特性、在鱼类中的饲用价值和饲用技术。⑦各类饲料加工调制和保藏技术。⑧探索开发鱼类饲料资源的新途径。⑨从营养和饲料角度,研究鱼类高产的方法。⑩鱼类饲料的配制技术。

顺便提及,非鱼类的一些水产动物如虾类、鳖类等在我国养殖数量较多,经济价值也较高。因此,本书在适当的地方也予以简要介绍。

用现代观点看,鱼类维持健康和生长生殖等依赖于两大要素,即遗传和环境。遗传组成是鱼类维持健康和高产的基础(内因),环境则为鱼类充分发挥遗传潜力的条件(外因)。环境组成中,营养是主要因子,具体表现在以下几个方面:

(1)营养与遗传改良:要改良或培育一个鱼品种,除需合理的育种方法外,尚要有科学的营养技术。在适宜的营养环境中,目标基因可顺利地表达,这样才能实现鱼遗传组成的质变。

(2)营养与健康:很明显,鱼类营养不良时,会发病甚至死亡。鱼类各种营养缺乏症便是例证。另外,鱼类营养不足时,免疫机能下降,因而抗病力下降,发病率提高。

(3)营养与生长生殖性能:鱼类营养不良时,生长、生殖等机能下降。此外,鱼类轻度或临界缺乏营养素时,虽不表现临床症状,但新陈代谢受到不利的影响或不顺畅,因而鱼类生长、生殖潜力不能充分发挥。

(4)营养与鱼类人工养殖:鱼类养殖由天然养殖发展到人工养殖。人工养殖时,鱼类的自然环境发生了变化,如鱼类的营养源由天然食物变为人工饲料。在这种条件下,要求鱼类采食的饲料营养组成全面而平衡,否则鱼类就会发病甚至死亡,导致人工养殖失败。鱼类营养需要是配制鱼类全价饲料的理论基础。

(5)营养与生产成本:对鱼类全价饲养,可使鱼类生长、生殖潜

力和饲料营养价值充分发挥,因而生产成本下降。另外,营养状况好的鱼类发病率下降,因而医疗费用减少。

综上所述,鱼类营养及满足鱼类营养所需的饲料在实现高产、高效地养殖鱼类中的作用十分重大。

由于笔者少学浅识,掌握的资料不多,更加上时间十分仓促,故书中定有不妥甚至错误之处。敬请读者斧正!

第一章 鱼的消化生理

鱼为了维持健康和生长、生殖等,需从外界获取养分。养分存在于饲料中,鱼通过摄食而获取。饲料养分经消化后方能被鱼体吸收。鱼对饲料的消化、吸收是由消化器官完成的。

鱼的消化器官包括消化管和消化腺。

第一节 鱼的消化管

鱼的消化管是一条延长的管道,起自口,向后延伸经过腹腔,最后以泄殖腔或肛门开口于体外。消化管包括口咽腔、食道、胃和肠等部分。也有学者将消化管划分为头肠(指口咽腔)、前肠(指食道和胃)、中肠(指小肠)和后肠(指大肠和泄殖腔或肛门)。鱼的消化管除口、肛门外,均起源于内胚层;口、肛门起源于外胚层。

一、口咽腔

鱼的口腔和咽腔(鳃裂开口处)无明显的界限,故统称为口咽腔。口咽腔内有齿、舌、鳃耙等构造,这些构造与摄食有密切关系,故可将其称为摄食器官。

多数鱼类上下颌上都着生有牙齿。另外,不少鱼类在口咽腔的一些骨骼上也长有牙齿,如犁骨、腭骨、基舌骨和鳃弓的一些骨骼。鱼齿的基本作用是能咬住食物,且可将其撕碎。

鱼的舌着生在口腔的底部,一般为原始型,仅为基舌骨的突出部分并外覆粘膜,无肌肉组织也无弹性,故缺乏独立运动的能力。一些鱼的舌上分布有少量味蕾,故有味觉作用。

鱼鳃弓内侧附生着一些稍坚硬的突出物,即鳃耙。鳃耙是鱼

滤取食物的器官。在鳃耙的顶端、鳃弓的前缘分布有味蕾，故鳃耙还有味觉作用。

二、食道

鱼口咽腔与胃之间是食道，或叫食管。鱼的食道一般为粗而短的直接管，壁较厚。

在解剖学上，可将食道分为内层（粘膜层）、中层（肌肉层）和外层（浆膜层）。在食道前段粘膜上有味蕾分布，因而食道有味觉作用。食道肌肉层由内、外两层肌肉组成，内层为纵肌，外层为环肌。食道肌肉为横纹肌，而消化道其他部分均是平滑肌。食道肌肉的蠕动作用可将食物运送到胃。

鱼的食道除有输送食物的作用外，还有择食功能。这是因为其管壁有味蕾和环肌，当环肌收缩时，可将异物抛出口外。

三、胃

胃连接于食道后方，为消化管最膨大的部分。胃连接食道的部分称贲门部，以贲门括约肌与食道分界；靠近肠的部分称幽门部，以幽门括约肌与小肠分界。有些鱼的胃体向后有一些延长的囊状部分，称为盲囊部。

但有些鱼类无胃，如鲤科、鳅科（其中的条鳅属例外，它有发达的胃）、海龙科、飞鱼科等。

鱼胃形状随鱼类和食物不同而异。按外形，可将鱼胃分为五种类型：① I 型：胃呈圆柱形，中央稍膨大，如银鱼科、烟管鱼科等。② U 型：胃弯曲成“U”形，如银鲳、白点鲑等。③ V 型：胃弯曲成锐角，如一般的鲈、鳕、大麻哈鱼、鲷科等。④ Y 型：胃似“V”形，但后端突出一盲囊，如大多数鲱科鱼类。⑤ -I 型：胃一般为圆锥形，有一个大的盲囊和一个小的幽门部，如鲭科等。

但有的学者认为，“U”型与“V”型、“Y”与“-I”型相近，可合并在一起，因此可将胃分为三种类型，即圆柱型（相当于 I 型）、虹吸型（相当于 U 型）和盲囊型（相当于 Y 型）。

胃组织可分为粘膜层、肌肉层和浆膜层。胃粘膜层上皮是单层柱状上皮,上皮表面有许多凹陷地方,为胃小凹,有胃腺分布。鱼胃肌肉层发达,由平滑肌构成,内有神经分布。鱼胃的浆膜层很薄。

具有胃腺,是胃组织的主要特征之一。胃腺能分泌胃蛋白酶和盐酸等,它们可能是由一种细胞分泌的。源于血液中的 NaCl 和 H_2CO_3 相互作用后产生 HCl 和 NaHCO_3 。胃壁还能分泌粘液来保护胃(粘膜屏障),使其不被消化掉。

胃具有容纳和消化食物的机能。分泌的胃蛋白酶(内切酶)消化食物中的蛋白质。分泌的盐酸激活胃蛋白酶原,保持胃酸性环境(一般为 $\text{pH}1.5\sim2.8$),使胃蛋白酶充分发挥作用,杀死鱼吞食入胃的活的小动物。

四、肠

位于胃的后端,接于幽门括约肌以后的部分即为肠,它终于泄殖腔或肛门。鱼类的肠也可分小肠和大肠。

鱼肠的长短随鱼的种类和食性而异。肉食性鱼(如鳊和乌鳢等)肠道一般较短,为体长的 $1/3\sim1/4$,形状多为直管或有一弯曲。以植物为主食鱼类(如草鱼、鲮鱼等)的肠较长,一般为体长的 $2\sim5$ 倍,有的甚至达 15 倍。这类鱼的肠在腹腔中盘曲较多。杂食性鱼的肠短于草食性鱼,而长于肉食性鱼。

鱼肠组织可分为粘膜层、粘膜下层、肌肉层和浆膜层。粘膜层上皮为单层柱状上皮细胞,在上皮细胞间散布有不少杯状细胞,可产生粘液,保护上皮细胞免受消化酶破坏。大多数鱼类无肠腺,但鳊科鱼具有单管肠腺。肌肉层由环肌和纵肌组成,环肌波状收缩,可将食糜推向后端。浆膜层是由一薄层结缔组织构成的。

鱼类肠内壁常生有突起或皱褶,用以增大容纳食物的容积和吸收养分的面积。

肠是消化食物和吸收养分的主要场所。在肠消化食物过程中,胰腺和肝脏起着极其重要的作用。肠壁富血管和淋巴管。肠蠕动

可把已被消化的养分吸收入血管或淋巴管中。

五、肛门与泄殖腔

一般鱼类消化道末端以肛门与外界相通,有肛门括约肌控制肛门启闭。肛门开口位于生殖导管和排泄导管开口的前方。

板鳃鱼类、肺鱼类和矛尾鱼等具有泄殖腔。它除接受消化管肛门开孔外,尚接受生殖导管和排泄导管的开孔。

不能消化、吸收的残物均由肛门或泄殖腔排出体外。

第二节 鱼的消化腺

鱼的消化腺有两类。一类是埋在消化管壁内的小型消化腺,如胃腺、肠腺等(前已述及)。另一类是位于消化管附近的大型消化腺,如肝脏和胰脏,有输出导管连于消化管上。

一、肝脏

肝脏位于鱼体腔前部,其形状多样,随鱼种类甚至个体不同而异。肝组织构造较复杂,组织学上称之为网管腺。肝脏由许多多角形肝细胞所形成的肝小叶集合而成,每个肝小叶有一中央静脉,肝细胞由此向四周作放射状排列,此即肝细胞索。肝细胞围绕着一腺管,是为胆小管,肝细胞分泌胆汁由胆小管汇集。胆小管合并形成较粗的输胆小管,输胆小管合并形成肝管。有些鱼类肝管汇集到胆囊管,胆汁经胆囊管流入胆囊,由输胆管通到肠前端。

肝脏不仅是鱼类最大的消化腺,而且是功能最多的新陈代谢器官之一。肝脏分泌的胆汁一般呈绿色或黄色,不含消化酶。胆汁的作用为:使脂肪乳化,以增大脂肪与消化酶的接触面积;激活脂肪酶;使肠腔保持碱性环境;刺激肠管运动;参与蛋白质消化过程。胆汁尚有祛痰、镇咳、降压作用,但青、草、鲢、鲤鱼等胆汁有毒,过量摄入会引起中毒。

二、胰脏

胰脏分外分泌部和内分泌部。外分泌部是消化腺,为胰脏主要部分,分泌消化酶。内分泌部为胰岛,多分散于外分泌部组织之间,分泌胰岛素等激素,是内分泌腺。板鳃类、肺鱼类和鲇鱼类胰脏坚实致密,单叶或双叶。但多数鱼类胰脏弥散分布,胰组织从肠浆膜层伴随门静脉分布,有时深入到肝组织。

胰脏外分泌部由管泡腺组成。锥形或低柱形胰细胞构成管状或泡状胰腺泡。胰细胞包围着输送分泌物的导管,是为闰管,许多闰管汇集到胰管,胰管通到肠腔。

胰脏外分泌部能分泌胰蛋白酶、胰脂肪酶、胰淀粉酶和胰麦芽糖酶等。这些消化酶能对饲料中蛋白质、脂肪和糖类物质起消化作用。

第三节 鱼对饲料的消化

饲料在鱼消化道内经过物理性的、化学性的和微生物性的消化作用,其中复杂的大分子有机物质(蛋白质、脂肪、糖类物质等)被降解为简单的小分子物质(氨基酸、甘油、脂肪酸、单甘油酯、单糖、小肽、其他小分子物质),从而被鱼体吸收,并通过血流,到鱼体各组织被利用。因此,鱼类营养的首要过程是消化。

一、鱼的食性

研究鱼类的食性,对揭示鱼类摄食生物学特性,科学养鱼具有重要意义。

我国淡水鱼类有 800 余种,已人工养殖的有 20 余种。不同类别的鱼,摄取食物的类型也不一样。据此一般可将鱼的食性分为以下几种类型:草食性、肉食性、杂食性和滤食性等。

1. 草食性鱼 以植物性饲料为主食的鱼可称为草食性鱼。草鱼是典型的草食性鱼。草鱼的摄食器官主要是有锯齿状的咽齿,齿

冠两侧有栉状突起,用以切割水草。草鱼喜食聚草、苦草、眼子菜、轮叶黑藻和浮萍等水生植物,也喜食陆生植物的嫩茎叶、树叶和瓜菜叶等。草鱼虽以植物为主食,但缺乏纤维素分解酶,因此不能消化利用纤维素。

2. 肉食性鱼 这类鱼以动物性饲料为主食,如青鱼以底栖动物螺蛳、黄蚬等为主食。还有其他的肉食性鱼,如鳊鱼、乌鳢、硬头鲂和鮰鱼等,牙齿尖锐,多以小型鱼类为食。

3. 杂食性鱼 这类鱼食性较杂,其饲料可以是植物性的,也可以是动物性的,还可以是浮游生物。鲤、鲫鱼是典型的杂食性鱼。鲤鱼的食性是偏动物性食性,而鲫鱼的食性是偏植物性食性,两者摄食方式都是吞食。鲤鱼主要摄食螺蛳、黄蚬、幼蚌、水生昆虫以及虾类等,也能吃一定数量的水生植物,如丝状藻类、植物种子和有机碎屑。鲫鱼主要采食腐屑、碎片、硅藻、水绵、水草和植物种子等,也能吃一定数量的小型水生动物如摇蚊幼虫、水蚯蚓、枝角类和桡足类等。

4. 滤食性鱼 靠鳃耙等滤食器官滤取浮游生物为食物的鱼类,如鲢、鳙为典型的滤食性鱼类。鲢鱼以浮游藻类为主食,鳙鱼则以浮游动物为主食。

需要强调的是,各类鱼在幼鱼阶段,皆以浮游生物为饵料。随着鱼体不断生长,才形成一定的食性。尽管如此,但在人工养殖的条件下,各类鱼如草食性草鱼、肉食性青鱼、杂食性鲤鱼、鲫鱼和滤食性鲢、鳙鱼都能摄食人工配制的饲料,即配合饲料。

二、鱼对饲料的消化方式

鱼种类不同,其消化管结构和机能也有异,但它们对饲料消化有共同规律。鱼对饲料的消化方式有物理性消化、化学性消化和微生物性消化。其中,化学性消化是主要消化方式,微生物性消化作用在鱼类中较弱。

1. 物理性消化 鱼的物理性消化器官主要是口咽腔内的牙