

九五国家重点图书 ● 最新农民实用技术丛书

《高效饲料配方技术问答系列》

鱼虾饲料配方 技术问答

曾虹 周文豪 郭庆 编

● 策划 沈银书 齐广海

中国农业出版社

“九五”国家重点图书·最新农民实用技术丛书

(高效饲料配方技术问答系列)

鱼虾饲料配方技术问答

曾 虹 周文豪 郭 庆 编

中国农业科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

鱼虾饲料配方技术问答/曾虹等编. -北京:中国农业科技出版社, 2000.8

(最新农民实用技术丛书·高效饲料配方技术问答系列)

“九五”国家重点图书

ISBN-7-80119-880-8

I. 鱼… II. 曾… III. ①鱼类-配合饲料: 饵料-配方-问答 ②虾类-配合饲料: 饵料-配方-问答 IV. S963.71-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 56116 号

责任编辑	闫庆健
出版发行	中国农业科技出版社 邮编:100081 电话: (010) 68919711; 62173607; 传真: 62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京金鼎彩色印刷有限公司
开 本	787mm×1092mm 1/32 印张: 3.75
印 数	1~4000 册 字数: 84 千字
版 次	2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷
定 价	6.00 元

《最新农民实用技术丛书》编委会

名誉主编：卢良恕

主 编：王连铮

副 主 编：王红谊 林聚家 赵文璞

编 委：	卢良恕	王连铮	王红谊	叶志华
	孟宪松	田晓薇	安成福	廉浩哲
	钱克明	佟屏亚	刘五岳	赵文璞
	林聚家	胡海涛	冯志杰	齐广海

《高效饲料配方技术问答系列》编委会

主 编：齐广海

副 主 编：刁其玉 王康宁

编 委：（按汉语拼音为序）

刁其玉	荆信栋	刘国华	齐广海
屠 焰	王 峰	王康宁	武书庚
杨俊成	于会民	曾 虹	张艳云

内 容 提 要

高密度集约化养殖是目前我国水产养殖业的主要模式之一。在这种模式下，科学地使用优质饲料是获得稳产高产的关键。本书以问答的形式，深入浅出地介绍了水产养殖动物的营养与饲料的最新知识，其内容包括饲料原料特性、营养需要、配方设计技巧和配方实例，涵盖了我国主要的水产养殖品种，适合养殖专业户和饲料厂技术人员参考阅读。

序

近年来，科学技术是第一生产力越来越深入人心，在我国农村，广大农民朋友越来越认识到科学技术在农业生产中的重要作用，许多农民朋友积极学习先进的农业科学技术，利用农业科学技术指导农业生产，因此而摆脱了贫困，走上了致富的道路。最近一个时期，尤其是在党中央提出调整农业生产结构、提高农民经济效益号召后，我国农村在已形成的学科学、用科学热的基础上又掀起了新的学习农业科学技术的热潮，许多农民朋友主动寻找农业信息，积极学习、引进新的农业科学技术，利用农业科学技术指导农业生产结构的调整，为提高经济收入奠定了基础，为振兴农业和农村经济做出了积极的努力。

为了满足农村广大读者日益高涨的学习农业科学技术的需求，帮助农民读者学习新技术，提高科学种田和科学养殖的水平，提高农产品的科技含量，用实际行动落实党中央提出的调整结构、提高效益的指示精神，我们邀请了三十余位农业科研、高等院校、农业技术推广及科普部门的专家、学者针对当前农业生产中的热门专业和热门话题，以丛书的形式，向大家推荐一批技术含量高、经济效益好、实用性强的农业种养加技术。我们对他们的辛勤劳动表示感谢。

本套丛书以农民朋友为对象，照顾到了不同文化水平的读者群，采用灵活的问答形式，深入浅出，可读性强，语言简练、通俗易懂，技术实用可靠，可操作性强，不仅适合具

有中等文化水平的读者学习，而且适合作为培训农业技术骨干的教材使用。我们相信此套丛书的出版将会对提高农民的技术能力和素质，为广大农村朋友调整种养结构，提高经济效益，帮助农民科技致富起到积极作用。

吴连铮

2000年6月14日

目 录

一、鱼虾饲料营养基本知识

1. 什么是营养需要量？什么是饲养标准？ (1)
2. 什么是饲料的总能？什么是消化能？ (1)
3. 什么叫粗蛋白质？什么叫真蛋白质？ (3)
4. 什么叫可消化蛋白质？ (3)
5. 什么叫蛋能比？ (4)
6. 什么叫必需氨基酸？ (5)
7. 什么叫限制性氨基酸？ (5)
8. 什么叫氨基酸平衡？怎样达到氨基酸平衡？ (6)
9. 什么是必需脂肪酸？ (8)
10. 什么是碳水化合物？都包括哪些种类？ (9)
11. 鱼类能不能利用粗纤维？ (10)
12. 各种鱼虾对碳水化合物的利用能力有什么
不同？ (10)
13. 鱼虾饲料中需要添加钙吗？ (11)
14. 什么是总磷、有效磷和植酸磷？ (11)
15. 钙磷比在鱼饲料中有意义吗？ (12)
16. 为什么鱼虾饲料的蛋白含量都比较高？ (12)
17. 为什么说饲料的蛋白含量不是越高越好？ (13)
18. 鱼的营养需要有什么特点？ (13)

19. 虾的营养需要有什么特点? (14)
20. 膨化饲料和硬颗粒饲料有什么区别? (15)

二、鱼虾饲料原料

21. 饲料原料可分为哪几类? (17)
22. 鱼粉的营养特点是什么? (20)
23. 什么是白鱼粉? (21)
24. 肉骨粉能否代替鱼粉? (22)
25. 饼粕类饲料有哪些? 其使用价值如何? (22)
26. 什么是饲料粘合剂? 水产饲料中常用的粘合剂
有哪些? (30)
27. 鱼饲料中要不要加石粉? (31)
28. 饲料膨化有什么好处? (31)
29. 为什么鱼饲料中经常加次粉? (32)
30. 什么是诱食剂? (33)
31. 喹乙醇有什么作用? 应添加多少? (33)
32. 沸石粉有什么作用? (34)
33. 什么是饲料酵母? (34)
34. 鱼类对饲料中磷的利用率怎么样? (35)
35. 磷脂是什么? (37)
36. 哪种形式的维生素 C 适合在鱼虾饲料中
使用? (37)
37. 鱼虾能否利用尿素? (39)
38. 鱼虾能否利用合成氨基酸? (39)

三、鱼虾饲料配方技术与配方实例

39. 饲料配方的设计原则是什么? (41)

40. 设计饲料配方时应考虑哪些问题?	(42)
41. 配方的营养指标应如何设定?	(45)
42. 如何利用饲料成分表?	(47)
43. 如何进行配方的手工计算?	(48)
44. 如何使用配方软件设计配方?	(50)
45. 草鱼饲料配方应如何设计?	(52)
46. 鲤鱼饲料配方应如何设计?	(56)
47. 罗非鱼饲料配方应如何设计?	(61)
48. 武昌鱼饲料配方应如何设计?	(65)
49. 鲫鱼饲料配方应如何设计?	(68)
50. 越冬饲料配方应如何设计?	(71)
51. 对虾饲料配方应如何设计?	(72)
52. 鳊鱼饲料配方应如何设计?	(79)
53. 网箱养鱼和池塘养鱼的饲料配方有什么 不同?	(83)
54. 矿物质预混料配方应如何设计?	(84)
55. 维生素预混料配方应如何设计?	(85)
附表 1	(86)
附表 2	(90)
附表 3	(96)
附表 4	(102)

一、鱼虾饲料营养基本知识

1. 什么是营养需要量？什么是饲养标准？

营养需要量和饲养标准这两个词在不同国家有不同的解释和称谓，表达方式也不尽相同，但实质是相同的。我国多数学者认为，营养需要量就是饲养标准，它们是动物在正常管理条件下健康生长的最低营养需要量。它们都是以大量的科学试验数据为依据，经反复验证、调整、归纳、总结而成的，对设计饲料配方极具参考价值。

营养需要量或饲养标准所提供参数的基本依据是科学试验，是有局限性的。饲料配方设计人员在使用这些参数时必须意识到这一点。这些数字是在特定的动物、饲料、管理和环境条件下得出的，是在“理想”状态下的平均值，没有考虑加工、贮藏时的损耗，也没有考虑各种应激条件造成的对营养素需要的增加，因此在实际应用中的可靠性是有限的，往往需要追加大小不等的安全裕量。一个合格的配方师应当深入理解上述营养参数，并在此基础上根据特定的应用条件制定合理的配方营养指标。

2. 什么是饲料的总能？什么是消化能？

某种物质完全燃烧后所释放出的能量就是这种物质的总能。饲料的总能通常用加压氧弹式测热器直接测得。测定时，可将一定量的饲料样品压成小颗粒，放入测热器中，充入一定压力的纯氧，通电使其充分燃烧，然后计算其所释放出的

热量。

我国过去多用“卡”表示能量的单位，英文符号为“cal”；现在根据我国的国家标准，能量单位统一为“焦”（或焦耳），英文符号为“J”。卡的1 000倍为千卡，符号写作 kcal；焦的1 000倍为千焦，符号写作 kJ。焦与卡的换算关系是：

$$1 \text{ 焦} = 0.239 \text{ 卡}, \text{ 或 } 1 \text{ 卡} = 4.184 \text{ 焦}$$

从总能定义可以看出，饲料的总能只是饲料的燃烧能，是饲料完全氧化时释放的能量。它不能反映饲料提供给动物后，动物对能量的实际利用情况。总能相同的饲料，实际提供给动物的能量往往相差很大，甚至总能很高的饲料，其营养价值也许反比总能较低的饲料低。所以，用总能评定饲料不够准确。为了更准确地反映饲料的能量价值，动物营养学家提出了消化能（DE）这一指标。

顾名思义，消化能是指饲料中可以被动物消化吸收的能量。动物食入的饲料的总能减去从粪中排出的总能量后剩余的能量即为该饲料的消化能。由于粪便中不仅有未被消化吸收的饲料，还混有微生物、肠道分泌物和脱落细胞，而在计算消化能时却将它们都作为未被消化的饲料能量减去，所以这种方法测得的消化能又叫表观消化能，它比真消化能的价值要低。表观消化能的计算公式如下：

$$\text{表观消化能} \left(\frac{\text{千焦}}{\text{克}} \right) = \frac{\text{食入饲料的总能量(千焦)} - \text{排出粪便的总能量(千焦)}}{\text{进食量(克)}}$$

消化能已经将饲料最大的能量损失——粪能扣除，使数据更接近饲料的真实营养价值，而且测定方法简便，因此常用来作为水产饲料能量需要的标准。

除了表观消化能外，用来表示饲料的有效能的指标还有

真消化能和代谢能，在鱼虾饲料中，这两个指标或者数据太少，或者误差较大，在实际使用中作用不大。

3. 什么叫粗蛋白质？什么叫真蛋白质？

粗蛋白质（CP）俗称粗蛋白，是表示饲料中蛋白质含量的最常用的指标。一般由测得的饲料总氮量乘以 6.25 的积来表示。因为蛋白质中氮元素的含量约为 16%，所以将饲料总氮量乘以 6.25 就被当做饲料的蛋白质含量。但是饲料中除了蛋白质外，还有不等量的天然的和人为加入的含氮物质（非蛋白氮），因此用这种方法测出的蛋白质含量只是一个近似值，不是饲料中蛋白质的真实含量。

真蛋白质，又叫纯蛋白质，是由多种氨基酸组成的一类高分子化合物，我们通常所说的蛋白质的功能和蛋白质需要指的就是真蛋白质。在某些掺假的伪劣饲料和原料（指动植物原料）中，由于加入非蛋白氮，粗蛋白和真蛋白质的值相差很大。

饲料中常见的人为加入的非蛋白氮主要有尿素和缩二脲。尿素含氮量在 45% 以上，相当于粗蛋白 281.25%；缩二脲含氮量在 35% 以上，相当于粗蛋白 218.7%。尿素和缩二脲一般只能供反刍动物成畜使用，用量也不能太高，其在水产饲料中的使用价值尚未证实。

4. 什么叫可消化蛋白质？

指饲料粗蛋白中可以被动物消化利用的部分，将动物食入的饲料粗蛋白量减去粪便中排出的粗蛋白量，即等于这种饲料的可消化蛋白质的量，也可以用粗蛋白含量乘以蛋白质消化率来计算饲料的可消化蛋白质。

可消化蛋白质对于粗蛋白的意义与消化能对于总能的意义是一样的,它表示了饲料粗蛋白中可以利用的蛋白质的量,是评价饲料蛋白质品质的重要指标。例如,羽毛粉的粗蛋白非常高,可达78%以上,但由于羽毛粉主要由难消化的角蛋白组成,可消化蛋白量很低。对于鲤鱼而言,如未经过水解,其蛋白质消化率几乎是零。因此,虽然羽毛粉粗蛋白含量高,但是是一种极差的蛋白源。相反,豆粕的粗蛋白虽然只有43%,但是鲤鱼对豆粕蛋白质的消化率可达90%,也就是说豆粕的可消化蛋白质为38.7%,从这个角度讲,豆粕是一种优质的蛋白源。

需要注意的是,可消化蛋白质是与动物对蛋白质的消化能力密切相关的,对不同动物而言,同一种饲料的可消化蛋白质含量是不一样的,计算饲料可消化蛋白质含量时不能随意引用另一种动物的数据。

5. 什么叫蛋能比?

蛋能比指饲料中可消化蛋白与可消化能的比例,单位一般用毫克/千卡(或毫克/千焦),也就是饲料中每1千卡可消化能对应的可消化蛋白的毫克数,它反映了饲料中能量与蛋白质的数量关系。也有叫做能蛋比(能量蛋白比)的,能蛋比不过是蛋能比的倒数,意义是相同的。蛋能比在鱼饲料中是一项重要的指标,蛋能比过高则用于分解供能的蛋白质的比例过大,造成浪费;蛋能比过低则蛋白质摄入不足,鱼体脂肪含量升高。表1给出了几种鱼的适宜蛋白能量比。也有报道说鲤鱼的最适蛋能比为75~84毫克/千卡,当蛋能比大于80毫克/千卡后,鱼的增重不再有明显的改善。

表 1 不同鱼类的适宜蛋白能量比

品 种	可消化蛋白 (%)	消化能 (毫克/千卡)	DP/DE (毫克/千卡)	鱼重 (克)
美国沟鲈	22.2	2.33	95	526
	27	3.14	86	266
罗非鱼	30	2.9	103	50
鲤 鱼	31.5	2.9	108	20
虹 鳟	33	3.6	92	90

6. 什么叫必需氨基酸？

某些氨基酸在动物体内不能自己合成或合成的量很少，不能满足动物的营养需要，必须通过饲料供应，这些氨基酸叫必需氨基酸。鱼、虾的必需氨基酸有 10 种：精氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸。因为必需氨基酸是动物生长所必需的，因此缺乏某种必需氨基酸时，动物将不能正常生长。鱼类在缺乏蛋氨酸、色氨酸和赖氨酸时还会导致白内障、脊柱畸形或死亡。必需氨基酸的含量和配比是衡量饲料优劣的重要指标。鱼粉中必需氨基酸的含量高而且构成合理，故营养价值较高。植物性饲料中必需氨基酸含量少，营养价值较低。

7. 什么叫限制性氨基酸？

在饲料所提供的 10 种必需氨基酸中，如果有些氨基酸特别缺乏，则会限制其他必需氨基酸的利用率，并决定整个饲料蛋白质的有效利用率，被称为限制性氨基酸。需要说明的

是，这里讲的缺乏不是绝对含量少，而是和动物的需要量以及其它必需氨基酸相比相对的缺乏。

饲料中的限制性氨基酸依据其限制作用的大小，称为第一、第二或第三限制性氨基酸。对于每一种饲料蛋白质，各种动物的第一、第二或第三限制性氨基酸可能是不同的。如猪饲料的限制性氨基酸第一是赖氨酸，第二是蛋氨酸，第三是色氨酸；而鱼饲料中第一限制性氨基酸随鱼种不同而不同，可能是精氨酸、也可能是赖氨酸或蛋氨酸。

一般而言，可以通过在饲料中添加合成氨基酸来提高饲料蛋白利用率，但如果不添加第一限制性氨基酸，只添加第二或第三限制性氨基酸是没有效果的。对此，有一种“水桶理论”做了形象的解释：把10种必需氨基酸比作围成一只木桶桶壁的10块木板，这只桶能装多少水（相当于蛋白质的有效营养水平）取决于最短的那块木板（相当于第一限制性氨基酸），其它木板再长也无济于事。若把最短的那块木板加长，显然就可以多装一些水。但若把最短的那块木板加长到比原来第二短的木板（相当于第二限制性氨基酸）还要长，那么就变成第二短的木板的长度决定能装多少水了，即原来的第二限制性氨基酸现在变成了第一限制性氨基酸。“水桶理论”只是解释了一种原理，切忌机械地理解，必需氨基酸、非必需氨基酸和第一、第二或第三限制性氨基酸都不是孤立的，而是相互联系的；也不是绝对的，而是依据鱼种与饲料而存在的。

8. 什么叫氨基酸平衡？怎样达到氨基酸平衡？

饲料中的各种氨基酸的含量和比率与饲养动物的营养需要相等，就叫做氨基酸平衡。氨基酸平衡只是相对的平衡。然

而氨基酸不平衡，不能提供合成鱼体蛋白质所需要的必需氨基酸，就会降低生长。特别是某些限制性氨基酸的缺乏，就会影响其他氨基酸的利用率和蛋白质效率。而非必需氨基酸不足也势必消耗必需氨基酸，同样使蛋白质合成受阻，生长减慢。

近 10 年来营养学家提出了一种“理想蛋白”的概念，其实质与氨基酸平衡是一样的。可消化蛋白质中含有的可利用氨基酸比例与动物所需要的氨基酸比例一致的蛋白质，称为理想蛋白质。一种理想蛋白质的氨基酸组成已经达到了“理想”的程度，无法靠调节其中某一种氨基酸的含量来改善其使用效果。

为了达到饲料的氨基酸平衡可以采用两种方法：

(1) 在饲料中添加所缺乏的限制性氨基酸

赖氨酸、蛋氨酸是多数饲料的第一、第二限制性氨基酸，这两种氨基酸已经有大量的商品性生产，其添加效果也在畜禽上证实。但是在鱼虾饲料中添加游离氨基酸的效果不稳定，而且添加游离氨基酸对饲料的品质和投喂都有一定的要求，因此决定是否使用时一定要慎重考虑，以免造成不必要的浪费。

(2) 合理搭配各种蛋白质饲料，使不同原料的氨基酸取长补短，以提高饲料蛋白质利用率

多种原料配合使用是设计饲料配方的一条重要原则，也是配合饲料一词的来源。由于鱼虾对游离氨基酸的利用率不高，掌握通过多种原料配合来达到饲料氨基酸平衡的方法对水产饲料配方设计者尤为重要。每种饲料原料都有各自的特性，氨基酸各不相同。例如豆粕中赖氨酸含量高，但精氨酸、蛋氨酸缺乏，而棉粕和菜籽粕中赖氨酸含量低，但棉粕精氨