

# 长吻鲩对鱼粉等六种商品饲料中 粗蛋白和能量的消化率

雷 武 杨云霞 贺锡勤

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

## 提 要

本试验以三氧化二铬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )为指示物测定 I 龄长吻鲩对鱼粉、猪血粉、豆饼粉、菜籽饼粉、小麦粉和玉米蛋白粉等六种商品饲料原料粗蛋白和总能量的消化率。试验饲料由参考饲料和试验原料以 70:30 的比例混合挤压制成颗粒饲料。试验鱼粪便样品用虹吸方式收集, 并将测试的消化率结果经过降低 10% 的校正。由此所得消化率值更能反应长吻鲩的消化生理状况。另外本文对六种饲料的消化率结果进行了讨论。

**关键词** 长吻鲩, 饲料原料, 蛋白质, 能量, 消化率

饲料是鱼类养殖生产的物质基础之一, 人们除了对饲料进行常规的营养成份分析和鱼类营养需要研究外, 目前越来越认识到测定鱼类对各种饲料消化率的重要性。在广泛使用配合饲料养殖鱼类的今天, 配合饲料利用率是以养殖对象对配合饲料, 尤其是对配合饲料原料的营养成份的消化率来进行评价。在这方面已有异育银鲫<sup>[1]</sup>、青鱼、鲤鱼、罗非鱼、草鱼、虹鳟、斑点叉尾鲶、海鲈、鲢鳙和对虾等水生动物对配合饲料或饲料原料消化率的报道<sup>[1-10]</sup>。关于消化率的测定, 鱼类较陆生动物难度大。因为除了粪便以外, 其它代谢分泌物也都排进水中, 粪便样品难以区分收集。在解决这一难题方面已有许多报道<sup>[11]</sup>。现在使用标准的惰性物三氧化二铬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )为指示物间接测定饲料的表观消化率的方法越来越广泛<sup>[12]</sup>, 此法可以通过分析饲料和粪便样品的化学成分, 计算粗蛋白、粗脂肪、能量和干物质的表观消化率。

长吻鲩(*Leiocassis longirostris* Güether)是近年来人工养殖的我国长江名优鱼类之一。本试验目的在于测定长吻鲩对几种商品饲料原料粗蛋白和能量的表观消化率, 以便评定饲料的营养价值, 为确定合理的饲料配方提供依据。

## 1 材料与方法

试验原料为市售商品饲料原料, 包括鱼粉、猪血粉、豆饼粉、菜籽饼粉、小麦粉和玉米

1) 引自“异育银鲫对九种商品饲料的消化率”《饲料科技发展新途径》(水产部分), 中国科协学会工作部, 1988: 80—83 页。

1995年2月17日收到; 1995年6月27日修回。

蛋白粉等六种。试验饲料由参考饲料和试验原料组成,前者占 70%,后者占 30%。为了满足长吻鮠对饲料粗蛋白质含量的需要,试验中设立两个不同蛋白质含量的参考饲料配方,即参考配方(一),粗蛋白含量为 43.6%;参考配方(二),粗蛋白含量为 49.00%。鱼粉、猪血粉和豆饼粉分别与参考配方(一)按比例配制成试验饲料 A、B、C。小麦粉、菜籽饼粉和玉米蛋白粉分别与参考配方(二)按比例配制成试验饲料 D、E、F。参考饲料由泥鳅粉(市售活泥鳅 75℃烘干粉碎而成)、鱼粉、豆饼粉、玉米蛋白粉和玉米粉组成。参考饲料配方和营养成分见表 1。试验原料和长吻鮠肌肉蛋白质、赖氨酸和蛋氨酸含量见表 2。饲料原料粉碎过 40 目筛,用手摇绞肉机制成  $1.0\times 1.5\text{mm}$  颗粒,经烘箱 70℃烘干、降温,冰箱保存待用。

表 1 参考饲料配方及营养成分

Tab.1 Reference diet fomulations and nutrient compositions		
饲料组成 Feed ingredient	配比(一)%	配比(二)%
泥鳅粉 Loach meal	70	0
鱼粉 Fish meal	0	60
玉米蛋白粉 Corn protein meal	20	0
豆饼粉 Soybean meal	0	30
玉米粉 Corn meal	3	3
维生素 Vitamin	1	1
无机盐 Mineral	3	3
羧甲基纤维素 Carboxymethyl cellulose	2	2
营养成分 Nutrient content		
粗蛋白 (%) Crude protein	43.62	49.00
能量 (kj / g diet) Gross energy	18.06	18.93

试验在室内直径为 75cm 的由 15×15mm 网目格筛分隔的漏斗形养鱼箱中进行。经活性碳脱氯的自来水在高位水槽中充氧、控温后,以 0.7L / min 的流量流经养鱼箱。水温 27℃ ± 1℃,溶氧 > 3mg / L,余氯 < 0.01mg / L。实验室光源为日光灯,每天光照 16h。试验鱼购自四川省水产研究所,室内驯养 3 个月后用于试验,平均体重 15.20 ± 0.3250g,每箱放养试验鱼 7 尾。试验分两批分别在四个水族箱中进行,其中一个喂参考饲料,其余三个分别喂相应的试验饲料。

试验开始,首先用不含 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的参考饲料饲养一周,然后投喂含 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的参考饲料和试验饲料 8d,其中后 5d 进行粪便收集。试验期间,每日上午投饵二次(7 : 00、10 : 00),第二次投饵后 1h 清除水族箱中的残饵及排泄物,随后每隔 2h 收集一次粪便,共收集 5 次。粪便收集用虹吸方法,收集的粪便 70℃烘干,挑选出成型样品存入冰箱留待分析。饲料、粪便样品的粗蛋白质用 Gerhardt 仪测定,能量采用 Phillipson 微型能量计测定,氧化铬采用酸消化比色法测定<sup>[13]</sup>。

参考饲料和试验饲料蛋白和能量表观消化率计算公式如下<sup>[6]</sup>:

$$\frac{\frac{\text{饲料营养成分\%}}{\text{饲料Cr}_2\text{O}_3\%} - \frac{\text{粪便营养成分\%}}{\text{粪便Cr}_2\text{O}_3\%}}{\frac{\text{饲料营养成分\%}}{\text{饲料Cr}_2\text{O}_3\%}} \times 100$$

试验原料蛋白质和能量表观消化率计算公式如下<sup>[6]</sup>:

$$\frac{100}{30} \left( \text{试验饲料表观消化率} - \frac{70}{100} \text{参考饲料表观消化率} \right)$$

表 2 试验原料和长吻鮠肌肉粗蛋白、赖氨酸和蛋氨酸含量<sup>[14]</sup>·

Tab.2 Crude protein, Lysine and Methionine content in test ingredients and Chinese long-snout catfish muscle

饲料原料 Feed ingredient	粗蛋白% Protein	赖氨酸% Lysine	蛋氨酸% Methionine	赖氨酸: 蛋氨酸 L : M
鱼粉 Fish meal	63.45	4.35	1.65	1 : 0.37
猪血粉 Blood meal	85.50	7.07	0.68	1 : 0.10
豆饼粉 Soybean meal	45.00	2.45	0.51	1 : 0.20
菜籽饼粉 Rape cake meal	38.35	1.35	0.77	1 : 0.57
小麦粉 Wheat meal	13.45	0.33	0.14	1 : 0.42
玉米蛋白粉 Corn protein meal	31.00	0.63	0.13	1 : 0.20
长吻鮠 Chinese long-snout catfish		5.44	2.34	1 : 0.43

\* 试验原料数据引自《猪鸡饲料成分及营养价值表》  
——中国动物营养研究会、中国农业科学院畜牧研究所编。1983。

表 3 参考饲料、试验饲料的配方  
Tab.3 Formulation of reference diet and test diet

	参考饲料% Reference diet	试验饲料% Test diet
参考饲料(一、二) Reference diet	99.0	69.3
试验原料(A、B、C、D、E、F) Test ingredient	0.0	29.7
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Chromic Oxide	1.0	1.0

2 结果与讨论

表 5 所示结果表明,长吻鮠对鱼粉和小麦粉的蛋白质表观消化率较高,均在 90%以上;对猪血粉和菜籽饼粉的消化率分别为 85.9%和 89.8%;对豆饼粉的消化率略高于玉米蛋白粉,分别是 76.33%和 73.93%。能量方面,它对小麦粉的表现消化率最高 84.73%,其次是鱼粉和猪血粉分别为 83.00%和 82.27%,对豆饼和玉米蛋白粉的消化率较低,只有 68.23%和 48.43%。

表 4 参考饲料、试验饲料粗蛋白和能量的表观消化率

Tab.4 Apparent protein and energy digestibility coefficients for reference diet and test diet

饲料 Diet (D) 粪便 Feace (F)	成分含量%				表观消化率%			
	Composition			Apparent digestibility coefficients				
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Protein	Energy	Protein		Energy		
参考饲料(一)	D	1.06	43.62	18.06				
Referenc diet (1)	F	3.48	11.46	9.85	92.00	82.80 <sup>1)</sup>	83.39	75.05 <sup>1)</sup>
试验饲料 A	D	1.14	61.30	19.04				
Test diet A	F	4.62	13.13	10.77	94.71	85.24	86.04	77.44
试验饲料 B	D	1.62	63.14	20.07				
Test diet B	F	6.00	16.27	10.56	93.04	83.74	85.80	77.22
试验饲料 C	D	1.71	53.27	18.27				
Test diet C	F	5.10	16.14	11.53	89.84	80.86	78.84	70.96
参考饲料(二)	D	1.60	54.75	18.93				
Referenc diet (2)	F	4.62	17.22	9.93	87.83	79.05	81.83	73.65
试验饲料 D	D	1.32	47.73	18.41				
Test diet D	F	4.32	13.38	9.86	91.43	82.29	83.64	75.28
试验饲料 E	D	1.50	55.88	18.61				
Test diet E	F	5.34	14.19	9.60	92.87	83.58	85.51	76.95
试验饲料 F	D	1.62	52.19	18.04				
Test diet F	F	4.11	18.38	12.16	86.12	77.51	73.43	66.09

1) 测定结果降低 10%<sup>[10]</sup>; 10% reduction of the determined values.

表 5 长吻鮠对六种饲料原料粗蛋白和能量的消化率

Tab.5 The apparent protein and energy digestibility coefficients of six feed ingredients of Chinese long-snout catfish

饲料原料 Feed ingredient	表观消化率	
	Apparent digestibility coefficients	
	Protein	Energy
鱼粉 Fish meal	90.91	83.00
猪血粉 Blood meal	85.93	82.27
豆粕粉 Soybean meal	76.33	61.39
菜籽饼粉 Rape cake meal	89.87	79.07
小麦粉 Wheat meal	94.17	84.63
玉米蛋白粉 Corn protein meal	73.93	48.43

本试验中,粪便样品收集采用了虹吸法,虽然这个方法与 Chougert<sup>[15]</sup>所介绍的自动

装置收集粪便样品方法相比有一定的差异。然而根据 Windell<sup>[16]</sup>的报道, 鱼粪便营养物质在水中第 1h 的渗出量最大, 与从肠道直接收集样品测定结果相比消化率提高 10%, 但第 1h 与 16h 期间所测结果没有明显差异, 因此以 2h 为间隔所收集的粪便样品其试验结果经过降低 10% 的校正便能较真实地反应鱼的消化生理状况。这个将试验结果进行校正的虹吸收集粪便的方法克服了 Smith 的代谢仓方式, Page, Robert 解剖鱼消化道和 Nose 的挤压鱼肛门方式收集粪便所引起的人为干扰鱼生理活动的弊端, 是一种较合适的方式。因此, 本工作对测定的参考饲料、试验饲料的蛋白质和能量的消化率结果也作了相应的校正(表 4)。与张玉良和 Crua<sup>[18]</sup>所用单一饲料原料为试验饲料来测定鱼表观消化率的方法比较, 本试验采用了 Robert 介绍的 70:30 混合饲料为试验饲料, 因试验饲料营养较平衡, 使所得结果更接近试验鱼的营养消化生理要求。

试验结果表明长吻鲇对动物性饲料鱼粉的蛋白质消化率很高。吴清江<sup>[18]</sup>曾经报道, 在天然条件下, 长吻鲇的食物中占主要地位的是日本沼虾及黄颡鱼。这次的试验结果也反映了它的肉食性生物学特性。除了对动物性饲料的蛋白质消化率很高以外, 对一些植物饲料蛋白质的表观消化率也较高。表 2 所示, 小麦粉的蛋白质含量虽然只有 13.45%, 但长吻鲇对它的表观消化率最高(表 5)。长吻鲇与斑点叉尾鲇同属鲇类, 这个结果与 Robert 报道的斑点叉尾回对小麦粉、豆饼粉、棉籽饼粉和玉米粉蛋白质的表观消化率比较高, 甚至高于鱼粉的结果颇相似。作者认为, 这个结果与小麦粉的蛋白质氨基酸组成有关, 因为小麦粉的限制性氨基酸赖氨酸和蛋氨酸比例 1:0.42 和长吻鲇肌肉中赖氨酸和蛋氨酸比例 1:0.43 十分接近(表 2)。另外, 试验中猪血粉的粗蛋白含量高于鱼粉和菜籽饼粉, 但前者的蛋白质消化率低于后者的结果也与上述原因有关。玉米蛋白粉的蛋白质含量虽然高于小麦粉, 但在这六种试验原料中, 长吻鲇对它的消化率最低, 这同样与上述原因有关。从表 5 还可看到, 长吻鲇对小麦粉的能量表观消化率最高, 略高于鱼粉和猪血粉, 这一点与 Robert 报道的斑点叉尾回对鱼粉能量的消化率高于小麦粉的结果不同。基于本项试验结果, 作者认为在长吻鲇的人工配合饲料中鱼粉、猪血粉和菜籽饼粉可作为主要蛋白饲料源; 小麦粉可作为它的主要能量饲料源。

## 参 考 文 献

- [1] 张玉良、朱亚珠、陈慧达。青鱼对十四种饲料的消化率。水产科技情报。1990, 6: 166—169。
- [2] 徐国群等。鲤鱼(*Cyprinus carpio*)常用饲料源营养成分和表观消化率。黑龙江水产。1991, 3: 27—31。
- [3] Hossain M A, et al. Nutrient digestibility coefficients of some plant and animal proteins for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *J. Aquacult. Trop.*, 1992, 7: 257—266。
- [4] Law A T. Digestibility of low-cost ingredients in pelleted feed by grass carp (*Ctenopharyngodon idella* C. et V.). *Aquaculture*, 1986, 51: 97—103。
- [5] Nose T. On the metabolic fecal nitrogen in young rainbow trout. *Bull. Fresh. Fish Res. Lab.* (Tokyo), 1967, 17: 97—105。
- [6] Robert P Wilson, William E Poe. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *Prog. Fish-Cult.*, 1985, 47: 154—158。
- [7] Smith B W, Lovell R T. Digestibility of nutrients in semipurified rations by channel catfish in stainless steel trough. *Proc. 25th Annu. Southeast Assoc Game Fish Comm.*, 1971: 452—459。
- [8] Spyridakis P, et al. Studies on nutrient digestibility in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) . I. Methodological aspects concerning faeces clection. *Aquaculture*, 1989, 77: 61—70。

- [9] Tunison A V, et al. Protein utilization by brood trout. *Fish Res. Bull., N. Y.*, 1942, **4**: 24—42.
- [10] Ellis R W. et al. Estimation of crude protein, energy, and amino acid digestibilities in freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) and crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) with a fecal collection system. *Prog. Fish-Cult.*, 1987, **49**: 303—305.
- [11] Inaba D, et al. Digestibility of dietary components in fisher—I. Digestibility of dietary proteins in rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1962, **28**: 367—371.
- [12] Cho C Y, Slinger S J, Bayley H S. Partial replacement of herring meal with soybean meal and other changes in a diet for rainbow trout (*Salmon gairdneri*). *J. Fish Res. Bd. Can.*, 1974, **31**: 1523—1528.
- [13] Frukawa A, Tsukahara H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility in fish feed. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1966, **35**: 502—506.
- [14] 罗银辉、张义云. 长吻鮠成鱼饲养技术的初步研究. 淡水渔业. 1988, **4**: 35—41.
- [15] Choubert G, De La Noue J, Luquet P. Continuous quantitative automatic collector for fish faeces. *Prog. Fish-Cult.*, 1979, **41**: 64—67.
- [16] Windell J T, J W Foltz, J A Sarokon. Methods of fecal collection and nutrient leaching in digestibility studies. *Prog. Fish-Cult.*, 1978, **40**: 51—55.
- [17] Cruz E M. Determination of nutrient digestibility in various classes of natural and purified feed materials for channel catfish. *Ph. D. Dissertation, Auburn University*, 1975: 82.
- [18] 吴清江. 长吻鮠 (*Leiocassis longirostris* Günther) 的种群生态及其最大持续鱼获量的研究. 水生生物学集刊. 1975, **5**: 387—405.

## APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENT OF CRUDE PROTEIN AND ENERGY FOR SIX COMMERCIAL FEED INGREDIENTS FOR CHINESE LONG-SNOOT CATFISH

Lei Wu, Yang Yunxia and He Xiqin

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

### Abstract

Using the chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) as an indicator, the apparent digestibility coefficients of crude protein and energy for fish meal, blood meal, soybean meal, rape cake meal, wheat meal and corn protein meal were determined for one-year old Chinese long-snout catfish (*Leiocassis longirostris* Günther). The tested diet was a pelleted mixture of 70% reference diet and 30% feed ingredient. The fecal samples were collected by using the siphon technique. The apparent digestibility coefficients of reference diet and test diets were reduced by 10%. The digestibility determined by this method is in more agreement with the fish digestion physiology as compared to the other methods used. The apparent digestibility coefficients of six ingredients are discussed in this paper.

**Key words** Chinese long-snout catfish, Feed ingredient, Protein, Energy, Digestibility