

文章编号: 1000- 0615(2000)03- 0259- 04

# 黄鳝的营养素需要量及饲料最适能量蛋白比

杨代勤<sup>1</sup>, 陈 芳<sup>2</sup>, 李道霞<sup>2</sup>, 刘百韬<sup>2</sup>

(1. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070; 2. 湖北农学院动物科学系, 湖北 荆州 434103)

摘要: 用正交设计法  $L_9(3^4)$  配制九种试验饲料, 对黄鳝配合饲料中蛋白质、脂肪、总能、无机盐需要量及最适能量蛋白比进行了研究, 结果表明, 影响黄鳝生长的主要因素是蛋白质和总能, 黄鳝最佳生长所需饲料中蛋白质含量为 35.7%, 总能为 11.50~12.50  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$  饲料, 脂肪含量 3%~4%, 无机盐含量 3%, 总糖 24%~33%。黄鳝饲料的最适能量蛋白比( $E/P = \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 为 31.6~38.9。

关键词: 黄鳝; 营养需要量; 能量蛋白比

中图分类号: S963 文献标识码: A

## Requirements of nutrients and optimum energy-protein ratio in the diet for *Monopterus albus*

YANG Dai-qing<sup>1</sup>, CHEN Fang<sup>2</sup>, LI Dao-xia<sup>2</sup>, LIU Bai-tao<sup>2</sup>

(1. College of Fishery, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Department of Animal Science, Hubei Agricultural College, Jingzhou 434103, China)

**Abstract:** The  $L_9(3^4)$  table of orthogonal design method was used to formulate nine diet combinations, which were employed to determine the requirements of protein, fat, mineral and general energy for eel, *Monopterus albus*. The results indicated that protein and general energy were the major elements that affected the growth of *Monopterus albus*. The optimum percentage of protein, fat, mineral and carbohydrate were 35.7%, 3% - 4%, 3% and 24% - 33% respectively. In the diet of *Monopterus albus*, the relative general energy and energy-protein ratio ( $E/P = \text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ) were 11.50-12.50  $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$  and 31.6-38.9 respectively.

**Key words:** *Monopterus albus*; requirements of nutrients; energy-protein ratio

研究鱼类对营养素的需要量是进行人工配合饲料研究的基础, 近 20 多年来, 有关各种鱼类对营养素需求的研究比较多, 如杨国华<sup>[1]</sup>、林鼎<sup>[2]</sup>、荻野珍吉等<sup>[3]</sup>、Halver<sup>[4]</sup> 等分别研究了青鱼、草鱼、鲤、斑点叉尾 等的营养需求量。不同种类的鱼, 其营养需要量不一样, 为解决黄鳝的人工配合饲料, 促进黄鳝养殖的发展, 我们于 1995 年开展了黄鳝营养需要量及饲料最适能量蛋白比的研究, 现将结果报道如下。

### 1 材料与方 法

试验用黄鳝个体体重 50~75 g, 为用鳝笼捕获的野生个体。黄鳝获取后, 先在水簇箱内驯食约 20 天, 待主动摄取人工饲料后, 再进入试验期。

收稿日期: 1998-12-08

基金项目: 湖北省教委科研基金资助项目(99J094)

作者简介: 杨代勤(1966-), 男, 副教授, 硕士, 湖北农学院动物科学系副主任。Tel: 0716-8476256, E-mail: yangdaiq@263.net

试验饲料按正交设计表  $L_9(3^4)$ , 将粗蛋白、粗脂肪、无机盐和总能作为 4 个试验因子, 各分 3 个水平, 配成 9 种饲料(表 1、表 2)。

以酪蛋白为蛋白源, 糊精为糖源, 玉米油为脂肪源, 羧甲基纤维为粘合剂, 纤维素粉为纤维素, 为增加黄鳝对配合饲料的喜食性, 饲料中均添加 3% 的鲜蚯蚓作为引诱剂, 配方中维生素及无机盐参照 Halver<sup>[4]</sup>, 加以适当修改后自己配方。9 种饲料的营养成分的配方详见表 3。

表 2 试验饲料营养成分的实测值

Tab. 2 Results of ingredients of the test diets

饲料	蛋白质(%)	脂肪(%)	总糖(%)	总能(kJ/g)
1	30.43	2.11	26.71	10.397
2	30.58	3.03	33.15	11.852
3	30.72	4.02	40.17	13.429
4	35.36	4.03	15.64	10.091
5	35.72	3.05	30.15	12.219
6	35.52	2.15	45.74	14.464
7	40.36	3.05	6.72	9.062
8	40.58	2.14	24.68	11.772
9	40.47	4.02	40.67	15.151
对照	0.32	2.14	79.43	14.206

注: 总能为计算值, 按粗蛋白为 16.8kJ/g、脂肪为 37.8kJ/g、糖为 16.8kJ/g 计算。

在试验期内, 每天投喂饲料量占黄鳝体重的 4%~5%, 分上午和下午各投一次, 每隔 7 天视生长和摄食情况加以调整。试验于 1995 年 5 月 15 日开始, 7 月 30 日结束, 为期 75 天。试验期间水温在 24~29℃, 为保证水质清新, 每天换水一次。

饲料营养成分分析方法为: 粗蛋白质用凯氏定氮法测定, 糖用夏弗尔——哈德曼法测定, 脂肪用索氏提取法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 黄鳝对营养素的需要量

在试验期内, 投喂不同的配方饲料, 黄鳝的增重率、饲料系数以及蛋白质效率均不同, 详见表 4。由表 4 可以看出, 以 5 号饲料的增重率、蛋白质效率最高, 而饲料系数最低, 即 5 号饲料配方比较合理, 能满足黄鳝对各营养素的要求。对表 4 的试验结果进一步进行极差分析, 分析统计结果见表 5。由表 5 可见, 饲料中蛋白质和总能量对增重率、饲料系数、蛋白质效率有显著影响, 极差值较大, 概率都小于 0.05, 并都是第二水平最佳。因此, 4 个因素和 3 个水平的较优组合可以确定为  $P_2E_2L_2S_2$ , 即黄鳝对营养素的需要量为: 蛋白质含量为 35.7%, 总能量为 11.70~12.30kJ·g<sup>-1</sup> 饲料、脂肪含量为 2%~3%, 无机盐为 3%~4%。另据 2、5、8、号饲料分析, 黄鳝饲料较适合的总糖量为 24%~33%。

### 2.2 饲料的最适能量蛋白比

将 9 种试验饲料中的最适能量蛋白比  $[E/P = (kJ/100g \text{ 饲料}) / 100g \text{ 饲料蛋白质含量}(g)]$  相近的合并取平均值, 其对应的增重率、饲料系数、蛋白质效率也同样处理, 经回归分析, 饲料 E/P 值与增重率、饲料系数之间关系近似于抛物线分布。如取 E/P 值为 X, 增重率为  $Y_1$ , 饲料系数为  $Y_2$ , 得到的抛物线回归方程为:

$$Y_1 = 28.12 + 0.43X - 6.12 \times 10^{-3}X^2, \quad R = 0.882, \lambda_{0.01} = 0.874, R > \lambda_{0.01}$$

表 1 试验饲料营养及其水平设计

Tab. 1 Nutrients and their designs of the test diet

水平	蛋白质(%)	脂肪(%)	无机盐(%)	总能(kJ·g <sup>-1</sup> )
1	30	2	2	9.50~10.50
2	35	3	3	11.50~12.50
3	40	4	4	13.50~14.50

表 3 九种试验饲料的配方(%)

Tab. 3 Composition of the nine kinds of test diets (%)

饲料	酪蛋白	糊精	玉米油	无机盐	维生素	蚯蚓粉	粘合剂	纤维素粉
1	35	20	2	2	0.2	3	4	33.8
2	35	30	3	3	0.2	3	4	21.8
3	35	40	4	4	0.2	3	4	9.8
4	40	10	4	3	0.2	3	4	35.8
5	40	25	3	4	0.2	3	4	20.8
6	40	40	2	2	0.2	3	4	8.8
7	45	0	3	4	0.2	3	4	40.8
8	45	20	2	3	0.2	3	4	22.8
9	45	40	4	2	0.2	3	4	1.8
对照	0	80	2	3	0.2	3	4	7.8

$$Y_2 = 6.50 - 0.25X + 3.96 \times 10^{-3}X^2 \quad R = 0.893 \lambda_{0.01} = 0.874R > \lambda_{0.01}$$

X 与 Y<sub>1</sub>, X 与 Y<sub>2</sub> 之间相关均极显著 (图 1、图 2)。据图示并计算, 当 X 为 38.9 时, Y<sub>1</sub> 有极大值, 即增重率最大; 当 X 为 31.6 时, Y<sub>2</sub> 有极小值, 即饲料系数最低。由此可以说明, 要用最少的饲料获得最大的增重, 黄鳍饲料中的 E/P 值应在 31.6~ 38.9 之间。

表 4 9 种试验饲料 3 项饲养生物学指标

Tab. 4 Three items of raising targets of the nine kinds of experimental diets

饲料	开始体重(g)	试验结束体重(g)	净增重(g)	增重率(%)	饲料系数	蛋白质效率
1	61.2	74.8	13.6	22.2	3.14	1.07
2	58.9	76.6	17.7	30.1	2.83	1.23
3	60.7	75.2	14.5	24.1	3.43	1.18
4	59.3	77.2	17.9	30.2	2.62	1.35
5	60.3	82.4	22.1	36.7	2.32	1.52
6	58.4	77.8	19.4	33.2	2.47	1.43
7	59.6	75.2	15.6	26.2	2.89	1.22
8	58.4	78.7	20.3	34.8	2.53	1.40
9	61.0	77.2	16.1	26.4	2.97	1.10

注: 增重率(%) = 净增重/试验开始重 × 100, 饲料系数 = 摄食量/净增重, 蛋白质效率(FER) = 总增重/(摄食量 × 饲料蛋白质含量(%))。

表 5 营养素对增重率、饲料系数、蛋白质效率的分析统计值

Tab. 5 The analysis statistics of nutrients effect on weight gain rate feed conversion and protein efficiency ratio(PER)

饲料营养素	蛋白质					能量					脂肪					无机盐					因素主次顺序				
	水平			极差值	较优水平	概率	水平			极差值	较优水平	概率	水平			极差值	较优水平	概率							
	1	2	3				1	2	3				1	2	3				1	2		3			
增重率(%)	25.50	33.40	29.10	7.90	P2	< 0.05	26.20	33.86	27.90	7.66	E2	< 0.05	30.06	31.00	26.90	5.10	I2	> 0.05	30.06	31.00	26.90	5.10	S2	> 0.05	P <sub>2</sub> E <sub>2</sub> L <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
饲料系数	3.13	2.47	2.80	0.66	P2	< 0.05	2.88	2.56	2.96	0.40	E2	< 0.05	2.71	2.68	3.01	0.33	I2	> 0.05	2.71	2.68	3.01	0.33	S2	> 0.05	P <sub>2</sub> E <sub>2</sub> L <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
蛋白质效率(%)	1.16	1.43	1.24	0.27	P2	< 0.05	1.21	1.38	1.24	0.17	E2	< 0.05	1.30	1.32	1.21	0.11	I2	> 0.05	1.30	1.32	1.21	0.11	S2	> 0.05	P <sub>2</sub> E <sub>2</sub> L <sub>2</sub> S <sub>2</sub>

注: 增重率(%) = 净增重/试验开始重 × 100, 饲料系数 = 摄食量/净增重, 蛋白质效率(PER) = 总增重/(摄食量 × 饲料蛋白质含量(%))。

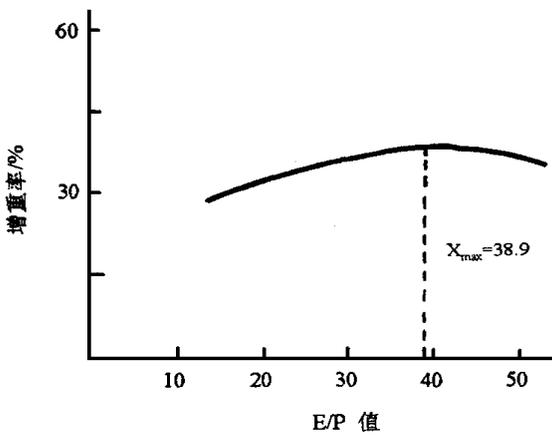


图 1 增重率与 E/P 值的关系

Fig. 1 Relation between the energy protein ratio(X) the weight gain rate(Y<sub>1</sub>)

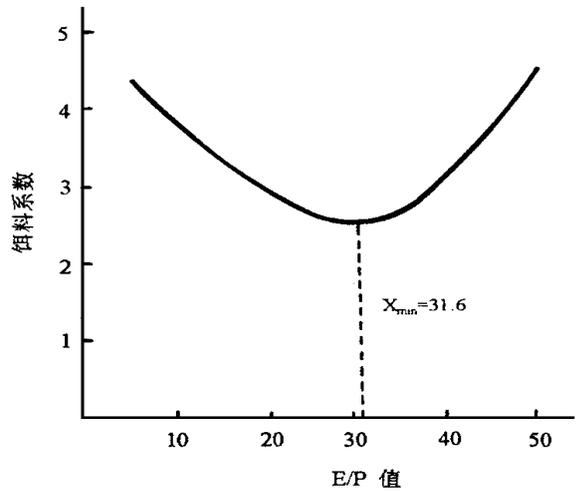


图 2 饲料系数与 E/P 值的关系

Fig. 2 Relation between the energy-protein ratio(X) and the feed conversion(Y<sub>2</sub>)

### 3 小结与讨论

本试验表明,黄鳝最佳生长所需的饲料蛋白质含量为 35.7%,与王育锋等<sup>[5]</sup>用配合饲料试养黄鳝,其饲料中最适蛋白质含量在 37% 左右比较接近,略低于鲤的 38%<sup>[3]</sup>,低于青鱼的 41%<sup>[1]</sup>,而高于鲢鱼鱼种的 22.77%~27.66%<sup>[2]</sup>,表明黄鳝对蛋白质的需要量介于草食性和肉食性的鱼类要求之间,与杂食性鱼类的要求较相近。其最佳生长所需饲料中脂肪含量为 3%~4%,无机盐含量 3%,糖含量 24%~33%,这与其它一些鱼比较接近<sup>[6]</sup>。其最佳生长所需的饲料总能量为 1 150~1 250kJ/100g 饲料,较肉食性的青鱼低<sup>[7]</sup>。在黄鳝配合饲料中,不是总能与蛋白质越高越好,而是二者之间要保持合适的比例,黄鳝要求最适能量蛋白比为 31.6~38.9。因此,进行黄鳝配合饲料的研制,只有综合考虑各营养素的平衡,满足黄鳝需要,将能量蛋白比例控制在 31.6~38.9 间,才能降低成本,提高养鳝的经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 杨国华. 夏花青鱼饵料中最适蛋白质含量[J]. 水产学报, 1981, 5(1): 49~55.
- [2] 林鼎. 鲢鱼鱼种生长阶段蛋白质最适需要量的研究[J]. 水生生物学集刊, 1980, 7(2): 207~212.
- [3] 荻野珍吉, 齐藤邦男. 鱼类の蛋白質栄養に関する研究-1, コイにすける饲料蛋白質の利用[J]. 日本水産学会誌, 1970, (3): 250~254.
- [4] Halver J E. Formulating Practical Diets for Fish[J]. J Fish Res Bd Can, 1976, 33(4): 1932~1939.
- [5] 王育锋, 彭秀真, 周嗣泉等. 黄鳝全价配合饲料的研制[J]. 饲料研究, 1996, (4): 8~10.
- [6] 廖翔华. 鱼类营养需求研究进展[J]. 水生生物学报, 1989, 13(2): 170~186.
- [7] 戴祥庆. 青鱼饲料最适能量蛋白比的研究[J]. 水产学报, 1988, 12(1): 35~41.

## 《水产学报》声明

(1) 为了加强信息交流和扩大期刊影响,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》,这对充分利用信息交流的集团化优势、提高期刊及其作者的知名度和扩大国内国际影响有着重大意义。本刊作为光盘版的入编期刊,充分尊重作者的著作权益。在此,本刊提请所有来稿作者注意,除非作者来稿时另有声明,一般均视为已同意来稿由本刊代为向《中国学术期刊(光盘版)》投稿,本刊支付的稿费中亦已包括这部分稿费。

(2) 科技期刊加入因特网属世界科技出版潮流,是科技期刊国际化发展的重要途径。为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊已于2000年1月入网“ChinaInfo(中国信息)网络资源系统”。本刊内容将按照统一格式制作编入ChinaInfo系统电子期刊,读者可上因特网进入ChinaInfo系统查询检索本刊内容,也欢迎各界朋友通过ChinaInfo系统向我刊提出宝贵意见或建议(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>)。所以,向本刊投稿并录用的稿件,将一律纳入ChinaInfo信息服务系统,进入因特网提供信息服务。凡有不同意见将自己稿件纳入因特网传送交流的作者,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

《水产学报》编辑部