

鲮配合饲料适宜蛋白含量及蛋白能量比的初步研究

林黑着 江琦 黄剑南 石红

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

摘要 配制粗蛋白含量分别为24%、28%和32%的三种试验饲料投喂鲮共8周。结果表明蛋白含量为28%的饲料组的平均增重(克/尾)和特定增长率(%/d)均为最大值,饲料蛋白质含量对鲮肌肉成份没有影响。配制四种蛋白能量比(P:E)分别为86.2、90.3、94.9和100.0mg/kCal的饲料投喂鲮,养殖时间为6周。平均增重分别为32.5、34.2、31.3和23.8,特定增长率分别为0.70、0.79、0.74和0.60。随着P:E值的增大,肌肉成份没有明显的差异,但全鱼的蛋白含量升高而脂肪含量降低。根据增重率和鱼体腹腔脂肪储存量等指标,认为鲮配合饲料的适宜蛋白能量比为91mg/kCal。

关键词 鲮,蛋白含量,蛋白能量比

中图分类号 S963

鲮适盐性广,属杂食性鱼类。De Silva 和 Perera[1976]研究了盐度对鲮幼鱼摄食量、增长率、饲料转化率的影响。Nour 等[1993]研究了饲料中蛋白含量对鲮(4g)生长和饲料利用的影响,林黑着等(1997)和江琦等(1997)研究了鲮对饲料原料粗蛋白、氨基酸和总能的表现消化率以及盐度对鲮配合饲料粗蛋白、氨基酸和总能的表现消化率的影响。本文研究的是饲料蛋白含量及蛋白能量比对鲮增重和鱼体营养成份的影响,以确定其适宜蛋白含量及蛋白能量比,供配制饲料时参考。

1 材料与方法

1.1 试验饲料

本试验采用秘鲁鱼粉、大豆粕、花生麸、玉米粉、米糠和黄粉等作为饲料蛋白源,全部粉碎通过40目筛,添加多维素、矿物质和微量元素。用 α -淀粉调节蛋白含量,纤维素和糊精调节蛋白能量比,饲料组成见表1。蛋白质、碳水化合物和脂肪的能量分别按4.4和9kCal/g计算。所有原料混合均匀后,加入适量的水,用绞肉机造粒,直径为5mm,长度4~6mm,在60℃烘干备用。

1998-06-15收到

(1)林黑着,江琦,石红等. 1997. 鲮对8种饲料原料粗蛋白、氨基酸和总能的表现消化率。

(2)江琦,林黑着,石红等. 1997. 盐度对鲮配合饲料粗蛋白、氨基酸和总能的表现消化率的影响。

1.2 养殖试验

本试验在广东省斗门县五山养殖场进行。1997年6月14日至8月8日进行蛋白含量的试验,1997年9月30日至11月13日进行蛋白能量比试验。在池塘(盐度<5)中设置网箱1.8m×1.0m×1.0m,每组两个平行,每箱投鱼20尾。按鱼总重量的5%投料,每天7:00和17:00各投一半。

1.3 样品采集和分析

试验结束时,每箱各取鱼4尾,供肌肉和全鱼的营养成份分析,粗蛋白采用凯氏法,粗脂肪用索氏法,水分用干燥法,灰分用重量法进行测定。

$$\text{特定生长率}(\%/d) = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100;$$

$$\text{平均增重} = W_t - W_0$$

以上两式中, W_t —平均终重, W_0 —平均初重, t —养殖天数。

表1 实验饲料的组成(%)

Tab. 1 Composition of experimental diets (%)

| | 蛋白含量试验组 | | | 蛋白能量比试验组 | | | |
|--------------|---------|------|------|----------|------|------|------|
| | | | | | | | |
| 基础料 | 66.9 | 78.0 | 89.1 | 78.0 | 78.0 | 78.0 | 78.0 |
| α -淀粉 | 27.6 | 16.5 | 5.4 | — | — | — | — |
| 糊精 | — | — | — | 2.5 | 6.3 | 10.0 | 13.8 |
| 纤维素 | — | — | — | 11.0 | 7.2 | 3.5 | 0.0 |
| CMC | — | — | — | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 多维生素 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 矿物质 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 粗蛋白 | 24.0 | 28.0 | 32.0 | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 28.0 |
| 粗脂肪 | 3.7 | 4.4 | 5.0 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| 无氮浸出物 | 53.6 | 46.8 | 40.1 | 32.2 | 35.9 | 39.6 | 43.4 |
| 能量(kCal/kg) | — | — | — | 2800 | 2950 | 3100 | 3250 |
| P+E(mg/kCal) | — | — | — | 100.0 | 94.9 | 90.3 | 86.2 |

注:基础料的成分:粗蛋白35.9%,粗脂肪5.6%,无氮浸出物38.9%。

2 结果与讨论

2.1 适宜蛋白含量

经过8周的试验,6个网箱的鲮生长情况良好,未出现病症,成活率达100%,说明所用饲料基本上满足了鲮的生长需求,养殖效果见表2。其中以投喂粗蛋白28%的饲料组平均增重和特定生长率最高,回归方程为: $y = -0.0034x^2 + 0.1962x - 1.95$ ($R^2 = 1$)。特定生长率与饲料蛋白含量的关系见图1,以28%蛋白的特定生长率为最高点,根据回归方程可求出蛋白含量为28.9%时,特定生长率达到最高值0.88。Nour等[1995]研究了饲料中蛋白含量对鲮(初重4g)生长和饲料利用的影响,蛋白梯度为25%、30%、35%和40%,认为在淡水池塘中养殖鲮,饲料中蛋白含量为30%可使鲮生长良好且饲料利用效率高。其研究结果与本试验一致。从表3可以

看出, 饲料蛋白质含量对鲮肌肉成份没有影响。P-P, E 和 Alexis[1986]对鲮(*Mugil capito*)幼鱼(初重2.5g)蛋白质需求量的研究中得出, 24%饲料蛋白可以达到最大生长, 饲料蛋白质含量对鲮肌肉成份没有影响。吴琴瑟[1990]指出, 鲮具有特殊构造的砂囊胃, 适应于摄食腐败物质与泥沙, 在幼鱼体长23~33mm 时有食性转变现象, 起初是以浮游动物为饵, 随后转为动、植物混合性饵料, 最后转为植物性饵料。根据本实验结果, 可以认为, 鲮配合饲料适宜蛋白含量约为28%。

2.2 适宜蛋白能量比

经过6周的养殖试验, 投喂四种蛋白能量比饲料的鲮生长正常, 成活率达100%。养殖效果见表2。从表2中可以看出, 当 P:E 值为90.3mg/kCal 时可获得最大的增重量和特定生长率。由图2的回归方程: $y = 0.0026x^2 + 0.4774x - 21.084$ ($R^2 = 0.9809$) 得出 P:E 值为91.8mg/kCal 时特定生长率处于最大值。这表明在饲料粗蛋白含量为28%的情况下, 鲮饲料的 P:E 值约为91mg/kCal 时, 鲮获得最佳生长。从图2可以看出, 投喂相同蛋白水平的低能量饲料, 鲮的生长明显偏低, 这在 El-Sayed 和 Teshima[1992]对尼罗罗非鱼的研究中已得到证明。当 P:E 值超过一定量(91mg/kCal)时, 鲮的生长呈下降的趋势, 能量过高影响蛋白质和其它重要物质的吸收, Wang 等[1985]对罗非鱼的研究也得出相似的结果。因此, 鲮在一定 P:E 值范围内能达到最好的生长。

表2 养殖效果

Tab. 2 Growth of grey mullet

| | 蛋白含量(%) | | | 蛋白能量比(mg/kCal) | | | |
|-----------|---------|------|------|----------------|-------|-------|-------|
| | 24.0 | 28.0 | 32.0 | 100.0 | 94.9 | 90.3 | 86.2 |
| 平均初重(克/尾) | 46.3 | 44.4 | 46.0 | 83.0 | 85.5 | 87.3 | 95.5 |
| 平均终重(克/尾) | 71.4 | 71.3 | 72.4 | 106.8 | 116.8 | 121.5 | 128.0 |
| 平均增重(克/尾) | 25.1 | 26.9 | 26.4 | 23.8 | 31.3 | 34.3 | 32.5 |
| 特定生长率 | 0.78 | 0.85 | 0.81 | 0.60 | 0.74 | 0.79 | 0.70 |

表3 喂饲实验饲料的鲮肌肉成份(%)

Tab. 3 Composition of muscle of grey mullet fed on experimental diets(%)

| | 肌肉干物质 | | 肌肉干物质 | | |
|--------------------|-------|------|-------|-----|-----|
| | | | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 灰分 |
| 蛋白含量(%) | 24.0 | 23.4 | 85.7 | 9.5 | 4.9 |
| | 28.0 | 22.8 | 85.7 | 9.1 | 5.2 |
| | 32.0 | 24.0 | 85.3 | 9.4 | 5.4 |
| 蛋白能量比 (mg/kCal) | 100.0 | 24.3 | 85.0 | 9.4 | 5.0 |
| | 94.9 | 23.9 | 84.4 | 9.4 | 4.8 |
| | 90.3 | 24.5 | 84.4 | 9.1 | 4.9 |
| | 86.2 | 24.9 | 84.5 | 9.3 | 4.8 |

表4 鲮全鱼营养成分(%)

Tab. 4 Composition of whole-body of grey mullet fed diets with different protein to energy ratios (%)

| 蛋白能量比 (mg/kCal) | 全鱼干物质 | 全鱼干物质 | | |
|--------------------|-------|-------|------|------|
| | | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 灰分 |
| 100.0 | 31.9 | 62.6 | 23.3 | 14.1 |
| 94.9 | 33.7 | 59.7 | 25.0 | 15.0 |
| 90.3 | 33.6 | 57.9 | 26.5 | 15.7 |
| 86.2 | 32.8 | 56.7 | 28.3 | 14.4 |

鲮肌肉和全鱼的成份分析见表3和表4。饲料的 P:E 值对肌肉的成份没有明显的影响,但全鱼的成份组成却因 P:E 值的不同存在着明显的差异。全鱼的蛋白质含量随着 P:E 值的降低而减少,而脂肪却增加。这说明了随着能量的增加,鱼体内的脂肪沉积越来越多。本试验是用糊精来调节 P:E 值,碳水化合物与脂肪的比值随着 P:E 值的增大而减少。上述结果与 El-Sayed 和 Teshima[1992]对罗非鱼, Nematipour 等[1992]对杂交鲈, Shimeno 等[1980]和 Takeda 等[1975]对鲮, Daniels 和 Robinson[1986]及 Serrano 等[1992]对眼斑拟石首鱼及 Ogino 等[1976]对虹鳟以及 Takeuchi 等[1979]对鲤的研究相似。

能量摄入是一个基本的营养需求,设计鱼饲料配方时,应该优先考虑的是饲料能量。然而,由于蛋白饲料价格比其它能量饲料高,实际上饲料蛋白质经常被优先考虑。饲料中蛋白质和能量应该保持平衡,饲料能量不足或过高都会降低鱼的生长。当饲料能量相对蛋白质来说不足时,饲料蛋白不是用于鱼的生长,而是被用作能量来维持鱼的生存;反之,饲料中能量过高会降低鱼的摄食量,因而减少了最佳生长所必需的蛋白质和其它重要物质的摄入。饲料中能量与营养物比例过高时会造成鱼体脂肪大量积累,影响鱼的食用价值。在足够的能量水平下,饲料中蛋白质将用于生长,适当的蛋白和能量平衡在人工配合饲料中是必要的。

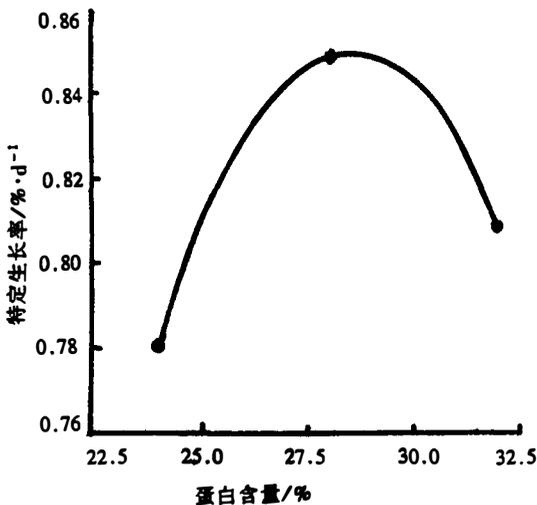


图1 鱼体特定生长率与饲料中蛋白质含量的关系
Fig. 1 Relationship between special growth rates and protein levels of the diets

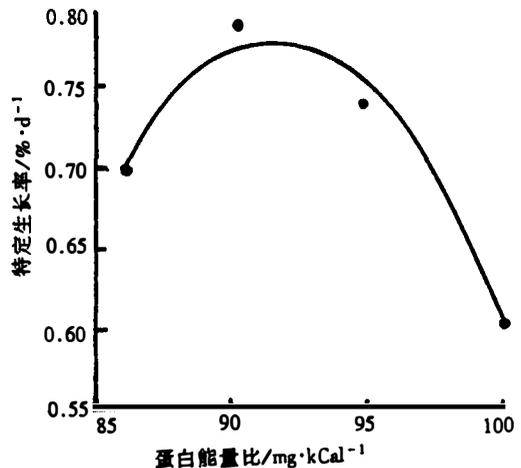


图2 鱼体特定生长率与饲料中蛋白能量比的关系
Fig. 2 Relationship between special growth rates and protein to energy ratios of the diets

在本试验条件下,没有测定饲料的转化率,仅用增重这一指标来确定适宜 P:E 值。1973年

Page 和 Andrews, 1976年 Garlin 和 Wilson 对斑点叉尾鲷的研究, 得出适宜 P:E 之值为 95kCal[曾虹等 1995年中译本]。Daniels 和 Robinson[1986]认为眼斑拟石首鱼(43g)的是 98mg/kCal, Nematipour 等[1992]认为杂交鲈(35g)的是 112mg/kCal, El-Sayed 和 Teshima [1992]认为罗非鱼(50g)的是 103mg/kCal, Takeuchi 等[1979]认为鲤(20g)的是 108mg/kCal。鱼类食性的差异, 导致营养需求不同, 而且不同学者所采用的蛋白源和脂肪含量不同, 在计算蛋白质、碳水化合物和脂肪的能量时, 有的按 4、4 和 9kCal/g, 有的是按 5.6、4.1 和 9.5kCal/g 计算。因此, 不同鱼类的适宜蛋白能量比存在着差异。本文根据增重率和鱼体营养成分等指标, 认为鲮配合饲料在粗蛋白含量为 28% 时, 适宜蛋白能量比为 91mg/kCal。

参 考 文 献

- 吴琴瑟. 1990. 鲮鱼养殖. 北京: 农业出版社. 13~20.
- 曾虹, 任泽林, 吴子林等(译). 1995. 鱼类营养需要. 北京: 中国农业科技出版社. 1~4.
- Daniels W H, Robinson E H. 1986. Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, 73: 243~252.
- De Silva S S, Perera P A B. 1976. Studies on the young grey mullet, *Mugil cephalus* L. I. Effects of salinity on food intake, growth and food conversion. Aquaculture, 7: 327~338.
- El-Sayed A M, Teshima S. 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. Aquaculture, 103: 55~63.
- Nematipour G R, Brown M L, Gatlin D M. 1992. Effects of dietary energy/protein ratios on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂. Aquaculture, 107: 359~368.
- Nour A E A, Mabrouk H, Omar E, et al. 1995. Effect of feeding levels and stocking densities on growth performance and utilization of grey mullet (*Mugil cephalus*). Aquac Abst, 12(6): 2962.
- Ogino C, Chiou J Y, Takeuchi T. 1976. Protein nutrition in fish. VI. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by rainbow trout and carp. Bull Jap Soc Sci Fish, 42: 213~218.
- Papaparaskeva-Papoutsoglou E, Alexis M N. 1986. Protein requirements of young grey mullet *Mugil capito*. Aquaculture, 52: 105~115.
- Serrano J A, Nematipour G R, Gatlin D M. 1992. Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. Aquaculture, 101: 283~291.
- Shimeno S, Hosokawa H, Takeda M, et al. 1980. Effect of calorie to protein ratios in formulated on the growth, feed conversion and body composition of young yellowtail. Bull Jap Soc Sci Fish, 46: 1083~1087.
- Takeda M, Shimeno S, Hosokawa H, et al. 1975. The effect of dietary calorie to protein ratio on the growth, feed conversion and body composition of young yellowtail. Bull Jap Soc Sci Fish, 41: 443~447.
- Takeuchi T, Watanabe T, Ogino C. 1979. Optimum ratio of dietary energy to protein for carp. Bull Jap Soc Sci Fish, 45: 983~987.
- Wang K, Takeuchi T, Watanabe T. 1985. Optimum protein and digestible energy levels in diets for *Tilapia nilotica*. Bull Jap Soc Sci Fish, 51: 141~146.

A PRELIMINARY STUDY ON THE OPTIMUM PROTEIN LEVEL AND PROTEIN TO ENERGY RATIO OF THE DIET FOR *MUGIL CEPHALUS*

LIN Hei-Zhao, JIANG Qi, HUANG Jian-Nan, SHI Hong

(South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Guangzhou 510300)

ABSTRACT The protein requirement of young grey mullet, *Mugil cephalus*, was studied by using three diets containing 24%, 28% and 32% protein for eight weeks. The results showed that average weight gain and special growth rates (SGR) of the diet of 28% protein were both the highest. The protein content of the diets had no effects on the muscle composition of the fish. Four diets with protein to energy (P:E) ratios of 86.2, 90.3, 94.9 and 100.0 mg protein/kCal energy were fed to groups of grey mullet for a period of six weeks. Average weight gains were 32.5, 34.2, 31.3 and 23.8 g/ind respectively, and the SGR were 0.70, 0.79, 0.74 and 0.60 respectively. Composition of muscle was no significance affected by dietary P to E ratio. However, protein content of whole body decreased and lipid content increased at low P to E ratios. The optimum P to E ratio for grey mullet was determined to be 91mg/kCal, based on high weight gain and low lipid deposition in the abdominal cavity.

KEYWORDS *Mugil cephalus*, dietary protein levels, protein to energy ratio

1999年度《水产学报》征订启事

《水产学报》是中国水产学会主办的水产科学技术的学术性刊物,主要刊载渔业资源、水产养殖和增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及水产基础研究等论文、调查报告、研究简报、评述与综述。并酌登学术动态和重要书刊的评价。

本刊为季刊,国内外公开发行。每期单价9.00元,全年共36元。国内统一刊号:CN31-1283/S。邮发代号4-297。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款到编辑部订阅。编辑部地址:上海市军工路334号,上海水产大学48号信箱。邮编 200090。

联系电话:(021)65432965或(021)65710232;(021)65710892。

E-mail: zhningk@online.sh.cn 传真:021-65432965。