

文章编号: 1000- 0615(2005)01- 0083- 04

翘嘴红_鱼幼鱼对蛋白质的需要量

陈建明, 叶金云, 王友慧, 潘 茜
(浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001)

摘要: 用酪蛋白和白鱼粉为蛋白源配制 7 种蛋白含量为 32. 07% ~ 45. 64% 的半精制试验饲料, 喂养 7 组 3 个重复的翘嘴红_鱼幼鱼 8 周。饲养试验在室内玻璃钢水箱中进行, 试验鱼每尾平均初始体重 $2. 88 \pm 0. 22$ g, 水温为 25 ~ 29℃。结果显示: 蛋白质水平为 41. 05% 的试验组的鱼体增重、特定生长率、饲料效率和蛋白质效率等指标均显著高于其它试验组 ($P < 0. 05$); 对特定生长率(Y) 和饲料效率(F) 二项指标的二次曲线回归分析求得翘嘴红_鱼幼鱼饲料蛋白最适值分别为 40. 94% 和 41. 35%; 饲料蛋白水平对鱼体(全鱼) 的水分、粗蛋白和粗灰分的含量无显著影响 ($P > 0. 05$), 而较高水平饲料蛋白会使鱼体脂肪含量明显降低 ($P < 0. 05$)。

关键词: 翘嘴红_鱼; 蛋白质需要量; 鱼体增重; 特定生长率; 饲料效率; 蛋白质效率

中图分类号: S963. 71

文献标识码: A

Dietary protein requirement of *Erythroculter ilishaformis* juvenile

CHEN Jian-ming, YE Jin-yun, WANG You-hui, PAN Qian
(Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China)

Abstract: 7 semi-purified diets formulated with casein and white fish meal as protein sources to contain graded levels of protein ranging from 32. 07% to 45. 64% were fed to *Erythroculter ilishaformis* (initial weight $2. 88 \pm 0. 22$ g ind^{-1}) in triplicate for 8 weeks. The feeding trial was conducted in fiberglass tanks in which the water temperature during the feeding was controlled from 25℃ to 29℃. The results showed that the weight gain, specific growth rate, feed efficiency and protein efficiency ratio of fish fed a test diet with 41. 05% crude protein on dry basis were significantly higher ($P < 0. 05$) than those of the rest groups. Based on quadratic model regression analysis of SGR and FE, it was found that the optimal protein requirements were 40. 94% and 41. 35% of dry diet respectively. Moreover, there was no significant effect of dietary protein levels on whole body moisture, protein and ash ($P > 0. 05$), but its body lipid decreased ($P < 0. 05$) when the fish were fed 2 diets with high levels of dietary protein at the end of the feeding trial.

Key words: *Erythroculter ilishaformis*; protein requirement; weight gain; specific growth rate; feed efficiency; protein efficiency ratio

翘嘴红_鱼(*Erythroculter ilishaformis*) 隶属鲤形目、鲤科、鲮_鱼亚科, 是我国淡水名贵鱼之一。但由于受过度捕捞等因素的影响, 野生资源日益减少。近年来翘嘴红_鱼人工繁殖和育苗技术日趋成熟, 成鱼池塘试养取得初步成功。在人工池塘养殖条件下, 经驯化后能摄食配合饲料^[1]。但有关对翘嘴红_鱼的营养需要量和饲料方面的研究仅见饲料蛋白含量对翘嘴红_鱼生长影响的初步研究^[2]。本文通过评价不同饵料蛋白水平对翘嘴红_鱼幼鱼生长性能的影响, 以确定其饲料中蛋白质

的适宜水平, 为研制翘嘴红_鱼专用配合饲料提供参考。

1 材料与方法

1. 1 试验饲料

以俄罗斯产白鱼粉和食品级酪蛋白为蛋白源制成含蛋白质水平为 32. 07% ~ 45. 64%、总能基本相等(平均值为 $19. 83 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) 的 7 种半精制试验饲料, 其设计配方的原料组成和营养成分见表 1。试验饲料制作时, 先将原料粉碎, 使原料粉末

收稿日期: 2004-03-11

资助项目: 浙江省科技重大项目(2002C12016); 湖州市科技重点项目(2003GN04)

作者简介: 陈建明(1965-), 男, 浙江湖州人, 高级工程师, 主要从事鱼类营养与饲料研究。Tel: 0572-2045349

能全部通过孔径为0.355 mm 试验筛,再按比例混合和搅拌均匀后挤压成直径约为 1.2 mm 的颗粒,于 50℃ 风干,置于 4℃ 冷藏箱中备用。

1.2 试验鱼及分组

试验鱼种取自本所实验鱼场同一培育池的隔冬鱼种,平均尾重 $2.88 \pm 0.22\text{g}$ 。试验前于水泥池用自制硬颗粒破碎料驯养 2 周后随机分养到 7 组 3 个重复的 21 只试验水箱,每箱放鱼 30 尾。每组试验鱼的初始体重见表 2,经方差检验,各组间试验鱼的初始体重无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 1 试验饲料原料组成和成分分析(占干物质的%)

Tab. 1 Ingredient composition and proximate analysis (% on dry weight basis) of the test diets

原料 ingredient	饲料 1 diet 1	饲料 2 diet 2	饲料 3 diet 3	饲料 4 diet 4	饲料 5 diet 5	饲料 6 diet 6	饲料 7 diet 7
酪蛋白 casein	24	27	30	33	36	39	42
糊精 dextrin	38	35	32	29	26	23	20
白鱼粉 white fish meal	13	13	13	13	13	13	13
蚕蛹 silk worm pupae	5	5	5	5	5	5	5
α -淀粉 α -starch	8	8	8	8	8	8	8
大豆磷脂 soya lecithin	1	1	1	1	1	1	1
鱼油 fish oil	4	4	4	4	4	4	4
微晶纤维素 cellulose	2	2	2	2	2	2	2
多矿 mineral premix	4	4	4	4	4	4	4
多维 vitamin premix	1	1	1	1	1	1	1
试验饲料成分分析 proximate analysis	饲料 1 diet 1	饲料 2 diet 2	饲料 3 diet 3	饲料 4 diet 4	饲料 5 diet 5	饲料 6 diet 6	饲料 7 diet 7
粗蛋白 crude protein	32.07	34.16	36.60	38.56	41.05	43.70	45.64
粗脂肪 crude lipid	6.22	6.21	6.31	6.51	6.29	6.04	6.37
粗灰分 crude ash	7.20	7.23	7.39	7.25	7.15	7.30	7.45
无氮浸出物* nitrogen free extract	54.51	52.40	49.70	47.68	45.51	42.96	40.54
总能** gross energy ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)	19.40	19.53	19.68	19.87	20.00	20.09	20.26

注: * 由 100-粗蛋白-粗脂肪-粗灰分计算而得。 ** 按文献[8]的方法计算

Notes: * Calculated by 100-crude protein-crude lipid-crude ash. ** Calculated by the method described by Li^[8]

1.4 营养成分分析

取制作完成的试验饲料和饲养试验完成后饥饿 2d 的试验鱼(每箱 8 尾)供营养成分测定。测定方法为: 105℃ 常压干燥法测定水分; 微量凯氏定氮法测定粗蛋白; 用无水乙醚为溶剂, 索氏抽提法测定粗脂肪; 箱式电阻炉 550℃ 灼烧法测定粗灰分。

1.5 指标及其计算方法

饲养试验结束后, 对试验鱼进行称重和计数, 统计总投饲量。成活率、鱼体增重、特定生长率、饲料效率和蛋白质效率计算方法如下:

$$\text{成活率}(\%) = 100 \times (\text{收获尾数} / \text{放养尾数})$$

$$\text{鱼体增重} = \text{鱼体终重} - \text{鱼体始重}$$

$$\text{特定生长率}(\% \cdot \text{d}^{-1}) = 100 \times [(\ln \text{鱼体终重} - \ln \text{鱼体始重}) / 56]$$

1.3 饲养方法与水质

试验鱼饲养在容积为 500L 流水式圆柱形玻璃钢水箱中, 内盛水 300L。水源为沉淀过滤后的池塘水, 日水交换量 200%, 连续充气。每天从 8:00 至 16:00 每隔两小时投饲一次, 每次均投饲至接近饱食。饲养试验持续 8 周。饲养期间, 水温 25~29℃; 水质: pH 7.1~7.3; DO 5.41~6.48 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{NH}_3\text{-N}$ 0.26~0.30 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{NO}_2\text{-N}$ 0.036~0.056 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{NO}_3\text{-N}$ 0.27~0.31 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$$\text{饲料效率} = \text{鱼体增重量} / \text{干饲料摄入量}$$

$$\text{蛋白质效率} = \text{鱼体增重量} / \text{蛋白质摄入量}$$

1.6 数理统计方法

鱼体成活率、鱼体增重、特定生长率、饲料效率、蛋白质效率和鱼体营养成分在不同试验组间用方差分析进行显著性检验, 如发现有显著差异 ($P < 0.05$), 则作 Duncan 氏多重比较分析。特定生长率和饲料效率与蛋白质水平之间的关系分别拟合二次曲线模型(quadratic model), 并分别用方差分析检验拟合后所得的方程的显著性^[3,4]。

2 结果

2.1 饲养试验

经过 8 周的饲养试验, 各试验组幼鱼的成活率、鱼体增重、特定生长率、饲料效率和蛋白质效

率等指标列于表2。从表2中的结果可看出,各试验组幼鱼的成活率为87.78%~96.67%,组间无显著差异($P > 0.05$);饲料中蛋白质含量在32.07%~38.56%的范围内,饲料中蛋白质含量升高对鱼体增重无显著影响($P > 0.05$)。当饲料中蛋白质含量升高至41.05%时,鱼体增重显著升高($P < 0.05$)。饲料中蛋白质含量再升高,鱼体增重显著却呈现明显下降($P < 0.05$);试验鱼的特定生长率对饲料中蛋白质含量变化反应较敏感,随饲料蛋白的上升先呈显著升高趋势($P <$

0.05),但饲料蛋白水平超过41.05%后,特定生长率又明显下降($P < 0.05$);饲料蛋白水平对饲料效率也有一定的影响,其受饲料蛋白水平影响的显著性程度与鱼体增重指标相一致;在本研究的试验范围内,饲料效率在蛋白质水平最高的试验组(45.64%)最低,蛋白水平为41.05%的试验组最高,而其余各组间无显著差异($P > 0.05$)。蛋白质效率在蛋白水平最高的试验组最低,蛋白水平为41.05%的试验组最高。综上所述,蛋白质水平为41.05%的试验组的各项指标均较优。

表2 不同蛋白质水平的饲料对翘嘴红鲌幼鱼生长的影响

Tab.2 Growth performance of juvenile *E. ilishaeformis* fed test diets containing various protein levels

饲料 diet	鱼体初重 (g·ind ⁻¹) initial weight	成活率 (%) survival rate	鱼体增重 (g·ind ⁻¹) weight gain	特定生长率 (%·d ⁻¹) specific growth rate	饲料效率 feed efficiency	蛋白质效率 protein efficiency ratio
1	3.02±0.25	95.56±5.09	2.64±0.10 ^a	1.12±0.06 ^a	0.56±0.02 ^a	1.74±0.06 ^a
2	2.78±0.16	87.78±8.39	2.67±0.17 ^a	1.21±0.04 ^{ab}	0.55±0.04 ^a	1.60±0.11 ^{ab}
3	3.01±0.36	88.89±1.92	3.15±0.17 ^{ab}	1.28±0.07 ^{bc}	0.64±0.04 ^{ab}	1.75±0.10 ^a
4	2.67±0.17	91.11±8.39	2.98±0.20 ^{ab}	1.34±0.09 ^{ce}	0.62±0.04 ^{ab}	1.61±0.10 ^{ab}
5	2.95±0.18	92.22±6.94	4.26±0.57 ^c	1.59±0.08 ^d	0.86±0.11 ^c	2.09±0.26 ^c
6	2.85±0.12	96.67±3.33	3.41±0.23 ^b	1.40±0.04 ^e	0.71±0.05 ^b	1.63±0.10 ^{ab}
7	2.84±0.20	92.22±6.94	3.02±0.43 ^{ab}	1.29±0.06 ^{ce}	0.63±0.09 ^{ab}	1.39±0.19 ^b

注:同一列数据有不同上标的英文字母表示有显著差异($P < 0.05$)

Notes: There is a significant difference between treatments with different sur-alphabet in one column($P < 0.05$)

2.2 翘嘴红鲌幼鱼饲料中蛋白质最适水平

根据饲养试验结果,试验鱼的特定生长率(Y)和饲料效率(F)二项指标与饲料蛋白水平(X)之间的关系均可用二次曲线模型成功拟合($P < 0.05$),并可作出关系图(图1和图2)。其数学表达式分别为: $Y = -6.1756 + 0.3718X - 0.004540X^2$ ($R = 0.7927, P = 0.0001$)和 $F = -3.4509 +$

$0.2017X - 0.002438X^2$ ($R = 0.6427, P = 0.0078$)。从图中可以看出,特定生长率和饲料效率均随饲料蛋白水平的升高,先呈上升趋势,并在到达顶点后转而逐渐下降。由上述数学表达式可以求得,当特定生长率(Y)和饲料效率(F)有极大值时,对应的饲料蛋白水平(X)的最适值分别为40.94%和41.35%。

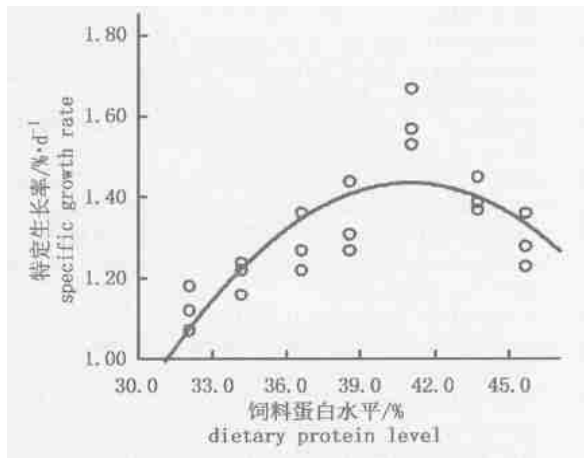


图1 饲料蛋白水平与特定生长率关系的二次曲线的回归分析

Fig.1 Quadratic model regression analysis of the relationship of specific growth rates with dietary protein levels

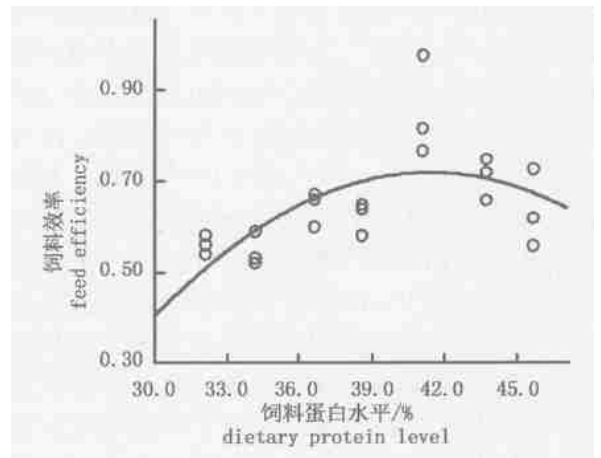


图2 饲料蛋白水平与饲料效率关系的二次曲线的回归分析

Fig.2 Quadratic model regression analysis of the relationship of feed efficiencies with dietary protein levels

2.3 饲料蛋白水平对鱼体(全鱼)成分的影响

各试验组幼鱼在摄食不同蛋白质含量的试验饲料8周后,饲料蛋白水平对鱼体的水分、粗蛋白和粗灰分的含量无显著影响($P > 0.05$);饲料蛋白水平对鱼体的粗脂肪含量有一定的影响,蛋白水平较高的两个试验组的鱼体脂肪含量明显低于其余各组($P < 0.05$)。

表3 饲料蛋白水平对全鱼体成分的影响

Tab.3 Effect of dietary protein levels on the whole body composition

组别 treatment	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 lipid	粗灰分 crude ash
1	74.69±0.70	16.21±0.07	6.17±0.18 ^a	3.44±0.13
2	74.02±0.33	16.06±0.83	6.42±0.05 ^a	3.43±0.09
3	73.65±1.33	15.83±0.94	6.20±0.11 ^a	3.54±0.25
4	74.52±1.11	15.83±0.80	6.11±0.40 ^a	3.47±0.17
5	74.69±0.34	16.62±0.55	6.05±0.11 ^a	3.51±0.06
6	74.63±0.48	16.53±0.25	5.00±0.13 ^b	3.55±0.06
7	74.27±0.19	16.40±0.04	4.92±0.24 ^b	3.54±0.07

注:同一列数据有不同上标的英文字母表示有显著差异($P < 0.05$)

Notes: There is a significant difference between treatments with different sur-alphabet in one column($P < 0.05$)

需要量时仅用生长指标来评估不一定全面。因此,许多研究者建议在采用生长指标的同时,结合反映鱼体对饲料及营养物质利用率指标如:饲料效率和蛋白质效率等,以便对实验结果进行综合评价^[10]。本试验除采用特定生长率指标外,同时采用饲料效率指标,经与饲料蛋白水平拟合成二次曲线模型,求得翘嘴红幼鱼对蛋白质需要量为41.35%。可见,无论用不同的分析方法,还是用不同的评价指标,本试验得到的实验结果非常接近。因此,可以认为翘嘴红幼鱼对蛋白质需要量为:约占干饲料的41%。低于已报道的研究结果(48%~54%)^[6]。与其它肉食性淡水鱼的幼鱼对蛋白质的需要量相比,与青鱼(41%)、大口鲈(40%~42%)和杂交条纹鲈(41%)等类似,比乌鳢(52%)和南方鲇(47%~51%)^[5-9]要低。本试验中,试验鱼的生长性能也受饲料中不同蛋能比的影响,而且饲料蛋白质过高时(饲料7),蛋白质效率明显降低($P < 0.05$),饲料中较多的蛋白质被用作能量物质消耗,既不经济,又会造成氮排泄增多。因此,饲料中合适的蛋能比也显得非常重要。根据本试验结果,可以初步计算出翘嘴红幼鱼饲料中较适宜的蛋能比约 $20.5 \text{ g} \cdot \text{mJ}^{-1}$ 。饲料蛋白水平对试验鱼全鱼的不同组分影响程度不一。一般认为,全鱼灰分含量对饲料中蛋白水平的变化最不敏感^[8];全鱼中的蛋白质含量随饲料

3 讨论

单因子蛋白水平梯度法是研究鱼类蛋白质需要量的常用方法^[3]。本试验用方差分析和用生长率与饲料蛋白水平拟合成二次曲线模型两种分析方法确定翘嘴红幼鱼对蛋白质需要量分别为41.05%和40.95%。在研究鱼类对某一营养素的

中蛋白水平的改变,变化较小,试验组间常表现为无显著差异($P > 0.05$)^[8];但体脂与水分含量会随饲料中蛋白水平的改变而有显著变化($P < 0.05$),体脂会随饲料中蛋白水平的上升而减少,水分则反之^[11]。本试验与上述观察基本一致,但水分含量在组间无显著差异($P > 0.05$)。

参考文献:

- [1] 张永明. 配合饲料喂翘嘴红 试验[J]. 水产科技情报, 2003, 30(2): 55-57.
- [2] 赵吉伟, 叶继丹. 饲料蛋白含量对翘嘴红 生长影响的初步研究[J]. 水产学杂志, 2001, 14(2): 21-23.
- [3] 李爱杰. 水产动物营养与饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [4] Gurure R M, Moccia, R D, Atkinson J L. Optimal protein requirements of young arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed practical diets[J]. Aquacult Nutr, 1995, 1: 227-234.
- [5] 杨国华, 李 军, 郭履骥, 等. 青鱼夏花饲料中最适蛋白含量[J]. 水产学报, 1981, 5(1): 50-55.
- [6] 钱国英. 饲料中不同蛋白质、纤维素、脂肪水平对大口黑鲈生长的影响[J]. 动物营养学报, 2000, 12(2): 48-52.
- [7] Anderson R J, Kienholz E N, Flickinger S A. Protein requirements of small mouth bass and large mouth bass[J]. J Nutr, 1981, 111: 1085-1097.
- [8] Brown M L, Nematipour G R, Gatlin D E. Dietary protein requirements of sunshine bass at different salinities[J]. Prog Fish Cult, 1992, 54: 148-156.
- [9] Wee K L, Tacon A G. A preliminary study on the dietary protein requirement of juvenile snakehead (*Chana striata*)[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1982, 48: 1463-1468.
- [10] 张文兵, 谢小军, 付世建, 等. 南方鲇的营养学研究: 饲料的最适蛋白含量[J]. 水生生物学学报, 2000, 24(6): 603-608.
- [11] Daniels W H, Robinson E H. Protein and energy requirements of juvenile red drum[J]. Aquacult, 1986, 53: 243-252.