

尼罗罗非鱼在淡水和海水中的生长及 对蛋白质需求的比较

李远友¹, 孙泽伟¹, 杨云霞², 解绶启², 崔奕波²

(1. 汕头大学 海洋生物重点实验室, 广东 汕头 515063; 2. 中国科学院水生生物研究所
淡水生态与生物技术国家重点实验室, 湖北 武汉 430072)

摘 要: 以酪蛋白为蛋白源, 配制蛋白质含量为 19.80% ~ 40.50% 的 6 种精饲料, 采用室内循环水养殖系统, 在饱食投喂和 (27 ± 1) °C 水温条件下对吉富品系尼罗罗非鱼幼鱼进行 8 周的饲养实验, 比较其在淡水和海水中的生长及蛋白质需求。结果显示: 尼罗罗非鱼在淡水和海水中生长良好, 存活率分别为 100% 和 87% ~ 100%; 随着饲料蛋白质含量增加, 实验鱼的平均终重、增重率和日增重率呈线性增加, 饲料系数呈线性下降, 蛋白质效率也呈下降趋势。在相同的饲料蛋白水平下, 上述指标在淡水鱼和海水鱼之间均无显著差异蛋白质适宜需要量为 28% ~ 32%。

关键词: 尼罗罗非鱼; 酪蛋白源饲料; 淡水; 海水; 蛋白质需要量

中图分类号: S965.125

文献标识码: A

文章编号: 1003-1111(2004)10-0001-04

蛋白质是影响鱼类生长的主要营养成分之一, 它在配合饲料中的成本价格最高, 确定饲料的适宜蛋白质含量在鱼类营养学及饲料学研究中具有重要意义。罗非鱼具有许多优良性状, 已成为淡水、咸淡水、甚至海水养殖的重要对象。有关罗非鱼在淡水中的蛋白质需求方面的报道较多, 例如, 鱼苗至鱼种阶段为 20% ~ 40%^[1] 或 30% ~ 35%^[2], 成鱼及亲鱼为 28% ~ 30%^[2]; 也有报道达到最大生长的蛋白质需求为 28% ~ 40%^[3]。在海水中的蛋白质需求, Shiau & Huang 报道为 24%^[4]。这些结果提示, 罗非鱼在淡水和海水中的蛋白质需求可能存在一定差异。

为此, 笔者以吉富 (GIFT) 品系尼罗罗非鱼为对象, 研究饲料蛋白源或投喂水平对其在淡水和海水中蛋白质需求的影响, 为广盐性鱼类的营养需求研究提供新的思路和参考资料; 为淡水和海水养殖罗非鱼的配合饲料中蛋白质适宜添加量提供参考依

据。本文报道以酪蛋白为蛋白源时, 不同蛋白水平饲料对罗非鱼在淡水和海水中生长的影响, 及其蛋白质适宜需要量。

1 材料和方法

1.1 实验鱼

1999 年 5 月底, 从当地一家鱼苗场购买体长为 2~3 cm 的吉富品系尼罗罗非鱼约 1500 尾, 饲养在本实验室南澳临海实验站的淡水水泥池中。6 月下旬, 将约 700 条鱼转入盐度为 15 海水中, 2 d 后将水体盐度增加到 20, 再经过 2 d 后水体为盐度 32 的纯海水; 在海水中继续驯养 30 d 后用于实验。其它幼鱼继续饲养在淡水池中备用。实验鱼的平均初始体重见表 2。

1.2 实验饲料

实验所用的颗粒饲料由中国科学院水生生物研究所鱼类生理生态学研究室配制; 饲料蛋白源为酪蛋白, 饲料配方见表 1。

收稿日期: 2004-04-05; 修回日期: 2004-05-08.

基金项目: “淡水生态与生物技术国家重点实验室” 开放课题基金资助项目 (1999FB06).

作者简介: 李远友 (1964-), 男, 博士 (后), 副研究员.

表1 实验饲料的组成 (重量百分比)

饲料号	酪蛋白	糊精	鱼油	纤维素粉	羧甲基纤维素	预混料 ¹	蛋白质含量 ²
D ₁	22	53	7	11	2	5	19.80
D ₂	27	48	7	11	2	5	24.30
D ₃	31	44	7	11	2	5	27.90
D ₄	36	39	7	11	2	5	32.40
D ₅	40	35	7	11	2	5	36.00
D ₆	45	30	7	11	2	5	40.50

1. 混合无机盐和维生素; 2. 凯氏定氮法测定

1.3 养殖系统及养殖管理

养殖实验同时在室内的淡水和海水循环养殖系统中进行;该系统主要由玻璃钢水族箱(50 cm × 60 cm × 80 cm)、过滤池和上位水槽等组成。适量充气,保证水中溶氧 > 4 mg/L;每天向过滤池中加注新水,每周大换水1次,保持水质状况良好;每天吸底,测量水温、pH及海水盐度,每周测1次氨氮;发现死鱼及时捞出并记录重量。试验期间,水温(27 ± 1),pH 7.1 ~ 7.4,亚硝氮 0.072 ~ 0.086 mg/L,氨氮 0.039 ~ 0.055 mg/L,海水盐度 31 ± 1;光照为自然光。

1.4 试验设计

以蛋白质含量不等的6种饲料(D₁ ~ D₆)同时在淡水和海水鱼中开展饲养实验,每种饲料设3个重复。正式实验前,按每缸15 ~ 20尾的数量将健康、规格基本一致的鱼放入实验缸(玻璃钢水族箱)中,用6种配合饲料进行2周的适应性养殖后,将鱼停食24 h;再次挑选并混合后,每次随机取15尾鱼,准确称重后放入相应的实验缸中。实验时间为1999-08-09 ~ 1999-10-04共8周。实验期间,每天8:00和16:00投饵,饱食投喂,记录摄食量。

1.5 计算公式与数据处理

饲料系数 = 总摄食量/体重增加量

蛋白质效率(PER) = 体重增加量/(总摄食量 × 饲料蛋白质含量) × 100

增重率 = (W_t - W₀) / W₀ × 100

日增重率 = [(W_t/W₀)^{1/n} - 1] × 100

式中 W₀ 为实验开始时鱼的平均体重(平均初重)

W_t 为实验结束时鱼的平均体重(平均终重)

n 为实验的天数(56 d)

数据以同一蛋白水平饲料的三个重复缸的平均值或平均值 ± 标准差表示。用 Student's *t* 检验比较同一蛋白水平饲料的淡水和海水鱼之间的差异性,用 Tukey 多重比较检验淡水或海水鱼的不同蛋白水平饲料组之间的差异性。

2 结果与讨论

经过8周的饲养后,养殖效果见表2。

表2显示,罗非鱼在淡水中的生长状况很好,成活率为100%;在海水中也生长良好,但有时发生鱼病,成活率为87% ~ 100%。在相同的饲料蛋白质水平下,它们在淡水和海水中的生长效果没有明显差异(*t*检验, *P* < 0.05)。因此,在养殖生产中,可以根据当地的水源情况,优先开展淡水养殖;如果淡水资源缺乏,也可利用咸淡水或海水进行养殖。

无论是淡水鱼还是海水鱼,随着饲料蛋白质含量的增加(D₁ ~ D₆),实验鱼的平均终重、增重率和日增重率都呈线性增加,而饲料系数则呈线性下降;蛋白质效率也有下降的趋势,但线性关系不明显。增重率和日增重率,淡水鱼的D₄ ~ D₆组及海水鱼的D₃ ~ D₆组之间都无显著差异,且D₄ ~ D₆组

都显著高于 D_1 、 D_2 组；从这些方面考虑，罗非鱼在淡水或海水中的适宜蛋白质需求为 32 %。饲料系数， $D_3 \sim D_6$ 组都显著低于 D_1 和 D_2 组；蛋白质效率， D_1 、 D_3 组最高， D_5 、 D_6 组最低。从这两个指标来看，它们的适宜蛋白质需要量为 28 %。

增重率、日增重率、饲料系数的平均值与饲料蛋白质含量之间的线性回归方程和 R^2 值见表 3。表 3 中的 R^2 值都较高，说明它们与饲料蛋白质含量之间存在较好的相关性。

表 2 罗非鱼摄食不同蛋白质水平饲料的生长效果

实验组别	平均初重 g/尾	平均终重 g/尾	增重率 %	日增重率 %	饲料系数	蛋白质效率 %	成活率 %	
淡水鱼	D_1	14.16 ± 0.68^a	43.81 ± 0.78^c	209.87 ± 18.39^c	2.04 ± 0.11^d	1.79 ± 0.09^a	2.83 ± 0.15^a	100
	D_2	14.77 ± 1.27^a	47.42 ± 4.08^{bc}	221.24 ± 14.48^c	2.10 ± 0.08^{cd}	1.60 ± 0.09^b	2.57 ± 0.15^{ab}	100
	D_3	15.49 ± 0.68^a	55.69 ± 2.27^{ab}	259.85 ± 20.03^{bc}	2.31 ± 0.10^{bc}	1.27 ± 0.07^c	2.83 ± 0.15^a	100
	D_4	14.77 ± 0.50^a	58.31 ± 4.62^a	295.53 ± 42.00^{ab}	2.48 ± 0.19^{ab}	1.26 ± 0.08^c	2.46 ± 0.16^{ab}	100
	D_5	14.88 ± 1.39^a	61.13 ± 4.76^a	312.34 ± 40.24^{ab}	2.56 ± 0.17^{ab}	1.18 ± 0.05^{cd}	2.36 ± 0.10^b	100
	D_6	14.30 ± 1.48^a	60.89 ± 7.99^a	325.29 ± 26.55^a	2.62 ± 0.11^a	1.09 ± 0.07^d	2.27 ± 0.16^b	100
海水鱼	D_1	12.80 ± 0.93^a	41.27 ± 2.97^c	223.52 ± 35.64^b	2.11 ± 0.20^b	1.68 ± 0.13^a	3.02 ± 0.24^a	98
	D_2	13.50 ± 0.87^a	44.53 ± 3.22^c	231.45 ± 40.21^b	2.15 ± 0.23^b	1.61 ± 0.08^a	2.56 ± 0.13^b	87
	D_3	13.17 ± 1.58^a	46.24 ± 5.58^c	251.34 ± 16.54^{ab}	2.27 ± 0.09^{ab}	1.29 ± 0.02^b	2.77 ± 0.04^{ab}	93
	D_4	14.13 ± 0.32^a	54.72 ± 4.84^b	287.23 ± 34.22^a	2.44 ± 0.16^a	1.19 ± 0.10^b	2.61 ± 0.22^{ab}	98
	D_5	15.86 ± 0.29^a	61.42 ± 3.00^{ab}	287.55 ± 23.57^a	2.45 ± 0.11^a	1.15 ± 0.07^{bc}	2.43 ± 0.14^b	100
	D_6	15.90 ± 1.26^a	64.57 ± 3.95^a	306.66 ± 11.94^a	2.54 ± 0.05^a	1.03 ± 0.03^c	2.40 ± 0.08^b	98

^{abc} 淡水或海水鱼中，同一列数据无相同字母标注者，表示相互间差异显著 ($P < 0.05$, Tukey 多重比较)

表 3 饲料系数、增重率及日增重率分别与饲料蛋白质含量间的关系式

试验鱼	饲料系数		增重率		日增重率	
	回归方程	R^2 值	回归方程	R^2 值	回归方程	R^2 值
淡水鱼	$y = -0.0341x + 2.3871$	0.8887	$y = 6.3291x + 80.812$	0.9674	$y = 0.0318x + 1.3981$	0.9619
海水鱼	$y = -0.0338x + 2.3386$	0.9282	$y = 4.4278x + 131.79$	0.9514	$y = 0.023x + 1.6367$	0.956

综合考虑上述生长情况和经济指标，笔者认为，在以酪蛋白为蛋白源时，吉富尼罗罗非鱼在淡水和海水中的适宜蛋白质需要量无明显差异，均为 28 % ~ 32 %。这和其它罗非鱼在淡水中饲养的蛋白质需要量（一般为 30 %）相似^[2]，但与 Shiau & Huang^[4]报道的奥尼罗非鱼（尼罗罗非鱼 × 奥利亚罗非鱼）在海水中饲养的蛋白质需求仅为 24 % 有较大的差异。

一些研究者认为^[5-8]，饲料蛋白质适宜需要量

与鱼的种类、生长期、饲料蛋白源、日投饵量、饲料脂类和碳水化合物成分以及环境条件等因素有关；其中蛋白源和日投饵量等是饲料的内含因素，因为蛋白源决定饲料蛋白质的质量，日投饵量决定鱼类摄食蛋白质的数量^[8]。饲料蛋白源不同，决定其氨基酸的平衡与否以及蛋白质生物学效价的高低^[9]。Shiau & Huang 的研究采用的是以鱼粉为蛋白源的实用饲料，日投饵量为体重的 3 %；本研究使用的是以酪蛋白为蛋白源的精饲料，日投饵两次，

均为饱食投喂。因此, 饲料蛋白源或投喂水平的不同, 可能是本研究与 Shiau & Huang 报道的罗非鱼在海水中蛋白质需求差异的主要原因。

致谢: 实验准备和实施过程中得到汕头市水产技术推广站黄吉生站长、上海水产大学渔业学院王岩教授, 以及本实验室南澳临海实验站黄俊强先生的帮助, 在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 彭爱明. 罗非鱼的营养需要[J]. 中国饲料, 1996(21): 25 - 28.
- [2] 雍文岳. 尼罗罗非鱼营养需要量[J]. 淡水渔业, 1994, 24 (5): 22 - 24.
- [3] 卢智文. 关于罗非鱼饲料[J]. 中国饲料, 1996 (7): 28 - 29.
- [4] Shiau S Y, Huang S L. Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) reared in seawater[J]. *Aquaculture*, 1989(91): 143 - 152.
- [5] 刘竹伞, 周海涛, 俞开康, 等. 真鲷的营养需要及配合饲料的研究初报[J]. 海洋湖沼通报, 1994 (4): 48 - 55.
- [6] 沈丹, 梁旭方. 国内外对斑点叉尾鲷营养需求和实用饲料的研究情况[J]. 水产科技情报, 1997, 24 (3): 110 - 113.
- [7] 陆忠康. 尖吻鲈 *Latescalcarifer* (Bloch) 营养学研究的现状[J]. 现代渔业信息, 1993, 8 (4): 15 - 17.
- [8] 赵兴文, 毕宁阳, 刘焕亮. 真鲷对蛋白质和必需氨基酸需要量的研究[J]. 大连水产学院学报, 1995, 10 (4): 13 - 18.
- [9] 周小秋. 鱼类蛋白质需要量研究进展[J]. 国外水产, 1995(3): 11 - 15.

Growth and Optimal Protein Requirement of Tilapia Fed Casein As Sole Protein Sources in both Fresh Water and Sea Water

LI Yuan-you¹, SUN Ze-wei¹, YANG Yur-xia², XIE Shou-qi², CUI Yi-bo²

(1. Key Laboratory of Marine Biology of Guangdong Province, Shantou University, Guangdong 515063, China; 2 State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Science, Wuhan 430072, China)

Abstract: A 8 - week feeding trail was simultaneously conducted in two sets of recirculating rearing systems to compare the growth and protein requirement of GIFT Nile tilapia juveniles in fresh water and sea water at (27 ± 1) , respectively. The juveniles were fed six purified diets containing crude protein (casein) from 19.80 % to 40.50 %. The results showed that tilapia fed at satiation had a good growth and survival rates of 100 % and 87 % in both fresh water and sea water, respectively. There were almost linear increases in final body weight and daily body weight increment with the increase in dietary protein contents, while there was decrease in protein efficiency ratio. At the same crude protein level, however, there were no significant differences in growth, survival and protein efficiency ratio in fresh water and sea water. It is recommended that the optimal dietary protein contents be 28 % ~ 32 % in either freshwater or seawater.

Key words: Nile tilapia; casein diet; freshwater; seawater; protein requirement

(责任编辑: 晓 荷)