

饲料中不同能量蛋白比和维生素添加量对罗非鱼生长的影响

李金秋, 林建斌, 姜琳琳, 朱庆国, 黄洪贵

(福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002)

摘要: 比较不同能量蛋白比饲料和不同维生素添加量对罗非鱼生长的影响, 同时观察不同浮游生物含量的土池和水泥池中饲料维生素含量的变化与罗非鱼生长的关系。结果表明: 随着饲料中能量蛋白比的增加, 罗非鱼生长速度和饲料效率有下降的趋势, 罗非鱼幼鱼的合适能量蛋白比为 $39.62\sim48.29 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 饲料中蛋白质水平 28%~31% 为宜。在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响很大, 并有随着饲料中维生素添加量的增加, 生长速度提高。

关键词: 罗非鱼; 配合饲料; 能量蛋白比; 维生素; 浮游生物

中图分类号: S 963

文献标识码: A

Effects of dietary energy protein ratio and vitamin content on the growth of tilapia

(*Oreochromis aurea*)

LI Jin qiu, LIN Jian bin, JIANG Lin lin, ZHU Qing guo, HUANG Hong gui

(Fujian Provincial Institute of Freshwater Fisheries, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: Effects of energy protein ratio and vitamin content in the diet for tilapia on its growth were studied. In addition, the vitamin content in the pond and tank in relation to tilapia growth was determined. The results showed that as the energy protein ratio increased, both tilapia growth rate and feed efficiency decreased. The optimal ratio of energy protein for the young fish was $39.62\sim48.29 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$. The optimal protein content was 28%~31%. The feed with added vitamins in the tank, where plankton was in less quantity than in the pond, had significant effects on tilapia growth—the rate increased with the increased amount of vitamins.

Key words: tilapia; formulation feed; energy protein ratio; vitamin; plankton

合适能量蛋白比 (E/P) 在饲料的配制上具有重要的意义, 它不仅有利于蛋白质和非蛋白能源物质—碳水化合物和脂肪的利用, 提高饲料利用率, 改善养殖效果, 而且可尽量减少氮的排放量, 减轻对水质的污染, 是配制环保型饲料的基础和关键。

维生素对鱼类的生长和新陈代谢及维持鱼类健康起着重要的作用, 但鱼类通常不能通过肠道微生物的合成作用获得足量的维生素, 必须由外界供给。不同饲料原料、不同养殖模式的水体中天然饵料 (主要是浮游生物) 的维生素含量差异很大。水体中不同浮游生物含量与罗非鱼 (*Oreochromis aurea*) 配合饲料中能量蛋白比、维生素添加量的关系及其对生长的影响, 尚未见报道, 本研究因此开展了相关试验, 旨在为科学配制罗非鱼配合饲料和充分利用饵料资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

罗非鱼鱼苗来自厦门鹭业公司育苗场, 暂养 25 d 后随机选取体质健壮、食欲旺盛的鱼苗作为试验用鱼。试验鱼平均体重为 $9.89 \pm 1.23 \text{ g}$, 平均体长为 $8.85 \pm 0.82 \text{ cm}$ 。

试验饲料以鱼粉、豆粕和菜籽粕为蛋白源, 试验饲料的基础配方见表 1。蛋白质设 4 水平: 25%、28%、31%、34%, 能量设 2 水平: $13.5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $15.2 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, 共计 8 种不同能量蛋白比的饲料, 饲料按能量蛋白比分组情况见表 2。另外设计不同复合维生素添加量的饲料 4 种, 复合维生素为华龙饲料集团福州预混料总厂生产, 添加量分别为 0、25%、50%、100%。各种原料粉碎后过 40 目分析筛, 试验饲料按配比准确称量, 混

收稿日期: 2007-07-20 初稿; 2007-10-24 修改稿

作者简介: 李金秋 (1949-), 男, 副研究员, 主要从事水产健康养殖与饲料研究。

基金项目: 福建省科技重大专项 (2004NZ03)

合均匀, 用软颗粒机加工制成直径 3.0 mm 的软颗粒饲料, 晒干后备用。

表 1 试验饲料的基础配方

Table 1 Feed formula used in experiment (单位: %)

组成	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
红鱼粉	6.0	6.0	12.0	18.9	6.0	6.0	12.0	19.0
豆粕	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
菜籽粕	21.3	30.6	32.6	30.5	24.9	37.1	36.7	34.8
鱼油	0	0	0	0	7.0	8.0	8.0	9.0
米糠	39.1	28.3	26.8	25.0	33.5	23.3	17.7	11.6
次粉	20.0	20.0	15.0	12.0	15.0	12.0	12.0	12.0
其他	7.6	9.1	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6

表 2 试验按能量蛋白比分组情况
Table 2 Feed groups with different energy protein ratios

组成	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
粗蛋白(%)	25	28	31	34	25	28	31	34
能量(MJ·kg ⁻¹)	13.61	13.52	13.45	13.47	15.35	15.13	15.07	15.23
能量蛋白比 E/P (kJ·g ⁻¹)	54.44	48.29	43.39	39.62	61.40	54.03	48.61	44.79

投喂量根据天气、水温及鱼的摄食情况灵活掌握, 一般待鱼集群上浮摄食至散开期间少量逐步投喂。每天详细记录各池的实际投喂量。发现死鱼及时捞出并称重。试验前用动物粪便和尿素对土池进行肥水, 试验中土池不排放水, 水泥池保持微流水状态, 以使土池和水泥池水中的浮游生物量有比较大的差别。每天定时测定水温。试验开始和结束时分别盘点计数, 测定鱼体重。试验期间每隔 1 个月抽样称重, 观察鱼生长情况。土池试验时间为 2006 年 8 月 8 日~11 月 3 日, 水泥池试验时间为 2006 年 9 月 6 日~11 月 3 日。

试验期间, 大约相隔 1 个月, 在土池和水泥池中取水样送福建师范大学测定水中浮游动物和浮游植物的含量。浮游植物: 定性样品用 25 号浮游生物网拖取。定量样品 (1L), 带回实验室静置沉淀, 浓缩计数。浮游动物: 轮虫的定性及定量采用浮游植物样品, 而浮游甲壳类定性样品用 13 号浮游生物网拖取。定量标本则用 5 L 采水器取水 25 L, 用 25 号筛绢过滤, 现场固定, 全部计数。

1.2.2 数据处理 用 SPSS12.0 统计程序软件进行方差比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同能量蛋白比饲料对罗非鱼生长的影响

投喂不同能量蛋白比的饲料后, 土池中罗非鱼

1.2 试验方法与数据处理

1.2.1 试验方法 饲养试验在本所闽侯上街榕桥基地的 1 335 m² 的土池和 200 m² 的水泥池中进行, 在土池和水泥池中挂小网箱, 每组饲料设 2 个重复。土池中各挑选 100 尾规格相近的罗非鱼, 分养于 24 个 150 cm × 150 cm × 100 cm 的小网箱中, 平均水温 28.5 ℃, pH 7.2~7.5。水泥池中各挑选 35 尾规格相近的罗非鱼, 分养于 16 个 100 cm × 100 cm × 100 cm 的小网箱中, 平均水温 26.6 ℃, pH 7.2~7.5。饲料每天投喂 2 次 (7:30、17:00), 投饵率在 5%~6%, 每次持续 20 min。

的净增重、增重率、饲料系数、尾平均日增重见表 3。从表 3 可看出, 饲料蛋白质为 34%、E/P 为 39.62 (D1 处理) 罗非鱼增重最快, 尾平均日增重 0.72 g, 平均尾相对增重率 609%; 其次是饲料蛋白质为 31%、E/P 为 43.39 (C1 处理) 和饲料蛋白质含量为 28%、E/P 为 48.29 (B1 处理), 尾平均日增重分别为 0.57 g、0.53 g, 平均尾相对增重率分别为 462%、437%, B1、C1 处理两者差异不显著。饲料蛋白质为 25%、E/P 为 61.40 (A2 处理), 罗非鱼增重最差, 尾平均日增重 0.41 g, 平均尾相对增重率 367%, 与其他各组饲料间都存在显著差异。饲料蛋白质为 34%、E/P 为 44.79 (D2 处理) 罗非鱼尾平均日增重 0.60 g, 平均尾相对增重率 570%, 与 D1、C1、B1、C2、B2 处理间差异显著。

饲料蛋白质为 34%、E/P 为 39.62 (D1 处理) 罗非鱼饲料系数最低, 为 1.35, 其次是饲料蛋白质为 31%、E/P 为 43.39 (C1 处理) 和饲料蛋白质含量为 28%、E/P 为 48.29 (B1 处理), 饲料系数分别为 1.58、1.59, B1、C1 号饲料两组差异不大。饲料蛋白质含量为 25%、E/P 为 61.40 (A2 处理), 罗非鱼饲料系数最高, 为 2.39, 与其他各组差异比较大。饲料蛋白质为 31%、E/P 为 48.61 (C2 处理) 和饲料蛋白质为 28%、E/P 为 54.03

(B2 处理), 饲料系数分别为 1.68、1.77, B2、C2 处理两组差异不大, 但是与 B1、C1 处理存在着一定差异。

投喂不同能量蛋白比的饲料后, 水泥池中罗非鱼的净增重、增重率、饲料系数、尾平均日增重见表 4。从表 4 可看出, 饲料蛋白质含量为 34%、E/P 为 39.62 (D1 处理) 罗非鱼增重最快, 尾平均日增重 0.22 g, 平均尾相对增重率 132%; 其次是饲料蛋白质为 31%、E/P 为 43.39 (C1 处理) 和饲料蛋白质为 28%、E/P 为 48.29 (B1 处理), 尾平均日增重分别为 0.18 g、0.19 g, 平均尾相对增重

率分别为 116%、121%, B1、C1 处理间差异不显著。

饲料蛋白质为 34%、E/P 为 39.62 (D1 处理) 罗非鱼饲料系数最低, 为 1.68, 其次是饲料蛋白质为 31%、E/P 为 43.39 (C1 处理) 和饲料蛋白质为 28%、E/P 为 48.29 (B1 处理), 饲料系数分别为 1.93、2.09, B1、C1 两组差异不大。

水泥池中罗非鱼的生长速度缓慢, 饲料系数比较高, A1、B1、C1、D1 各组都与土池相应的各组差异比较大。

表 3 罗非鱼土池中不同能量蛋白比饲料的饲养结果

Table 3 Feeding results of tilapia in a pond on diet of different energy protein ratios

饲料编号	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
放养平均规格(g·尾 ⁻¹)	9.61	9.80	10.61	9.30	10.99	9.44	10.36	9.23
出池平均规格(g·尾 ⁻¹)	50.28	45.64	57.17	48.52	61.72	57.58	73.29	61.71
成活率(%)	99.5	98	99.5	99	100	98	100	98
饲料系数	2.09±0.09 ^a	2.39±0.05 ^b	1.59±0.04 ^c	1.77±0.05 ^d	1.58±0.09 ^c	1.68±0.04 ^d	1.35±0.06 ^e	1.59±0.04 ^c
饲料效率(%)	47.85	41.84	62.89	56.50	63.29	59.52	74.07	62.89
尾平均日增重(g)	0.46	0.41	0.53	0.44	0.57	0.54	0.72	0.60
尾相对增重率(%)	424±17.68 ^a	367±24.65 ^b	437±7.07 ^a	423±21.92 ^a	462±0.71 ^{ac}	511±4.95 ^c	609±26.67 ^d	570±15.20 ^e

注: 试验起始时间为 2006 年 8 月 8 日~11 月 3 日, 饲养天数 88 d, 平均水温 28.5℃; 同行数字肩角字母不同者差异显著(下同)。

表 4 罗非鱼水泥池中不同能量蛋白比饲料的饲养结果

Table 4 Feeding results of tilapia in a tank on diet of different energy protein ratios

饲料编号	A1	B1	C1	D1
放养平均规格(g·尾 ⁻¹)	9.14	9.25	9.39	9.78
出池平均规格(g·尾 ⁻¹)	18.72	20.39	20.20	22.67
成活率(%)	96	96	100	100
饲料系数	2.68±0.04 ^a	2.09±0.05 ^b	1.93±0.05 ^b	1.68±0.04 ^c
饲料效率(%)	37.31	47.85	51.81	59.52
尾平均日增重(g)	0.17	0.19	0.18	0.22
尾相对增重率(%)	105±8.49 ^a	121±17.68 ^b	116±2.12 ^b	132±19.80 ^c

注: 试验起始时间为 2006 年 9 月 6 日~11 月 3 日, 饲养天数 59 d, 平均水温 26.6℃。

2.2 不同维生素添加量对罗非鱼生长的影响

投喂不同维生素添加量的饲料后, 土池中罗非鱼的净增重、增重率、饲料系数、尾平均日增重见表 5。从表 5 可看出, 维生素添加量 100% 的 Bvit100 号料并没有获得最高的生长速度, 其尾平均日增重 0.53 g, 平均尾相对增重率 437%; 维生素添加量 25%、50% 的 Bvit25、Bvit50 号料尾平

均日增重分别为 0.59 g、0.58 g, 平均尾相对增重率分别为 565%、532%。不添加维生素的 Bvit0 号料尾平均日增重为 0.53 g, 平均尾相对增重率为 491%。说明在土池中浮游生物含量比较高的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响不大。

维生素添加量 100% 的 Bvit100 号料和不添加

维生素的 Bvit0 号料饲料系数分别为 1.59 和 1.79, 两者差异显著 ($P < 0.05$), 维生素添加量 25%、50% 的 Bvit25、Bvit50 号料饲料系数分别为 1.68、1.64, 两组差异不显著 ($P > 0.05$), 与 Bvit100 号料也差异不显著 ($P > 0.05$)。

投喂不同维生素添加量的饲料后, 水泥池中罗非鱼的净增重、增重率、饲料系数、尾平均日增重见表 6。从表 6 可看出, 维生素添加量 100% 的 Bvit100 号料的生长速度最快, 其尾平均日增重 0.19 g, 平均尾相对增重率 121%; 维生素添加量 25%、50% 的 Bvit25、Bvit50 号料尾平均日增重分别为 0.12 g、0.18 g, 平均尾相对增重率分别为

76%、110%。不添加维生素的 Bvit0 号料尾平均日增重为 0.09 g, 平均尾相对增重率为 52%。说明在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响很大, 并有随着饲料中维生素添加量增加, 生长速度提高的趋势。

维生素添加量 100% 的 Bvit100 号料和不添加维生素的 Bvit0 号料饲料系数分别为 2.09 和 2.97, 两者差异显著 ($P < 0.05$), 维生素添加量 25%、50% 的 Bvit25、Bvit50 号料饲料系数分别为 2.81、2.33, 两组差异显著 ($P < 0.05$), 与 Bvit100 号料也差异显著 ($P < 0.05$)。

表 5 罗非鱼土池中不同维生素添加量配合饲料的饲养结果

Table 5 Feeding results of Tilapia in a pond on diet with different vitamin contents

饲料编号	Bvit0 号料	Bvit25 号料	Bvit50 号料	Bvit100 号料
放养平均规格($\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$)	9.54	9.22	9.59	10.61
出池平均规格($\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$)	56.35	61.33	60.75	57.02
成活率(%)	99	97	99	99
饲料系数	1.79 ± 0.09^a	1.68 ± 0.04^{ab}	1.64 ± 0.03^{ab}	1.59 ± 0.04^b
饲料效率(%)	55.86	59.52	60.98	62.89
尾平均日增重(g)	0.53	0.59	0.58	0.53
尾相对增重率(%)	491 ± 16.97^a	565 ± 32.53^b	532 ± 64.35^b	437 ± 7.07^a

注: 试验起始时间为 2006 年 8 月 8 日~11 月 3 日, 饲养天数 88 d, 平均水温 28.5℃。

表 6 罗非鱼水泥池中不同维生素添加量配合饲料的饲养结果

Table 6 Feeding results of Tilapia in a tank on diet with different vitamin contents

饲料编号	Bvit0 号料	Bvit25 号料	Bvit50 号料	Bvit100 号料
放养平均规格($\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$)	9.76	9.36	9.54	9.25
出池平均规格($\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$)	14.83	16.40	19.99	20.39
成活率(%)	100	98	97	96
饲料系数	2.97 ± 0.06^a	2.81 ± 0.06^a	2.33 ± 0.04^b	2.09 ± 0.05^c
饲料效率(%)	33.67	35.59	42.92	47.85
尾平均日增重(g)	0.09	0.12	0.18	0.19
尾相对增重率(%)	52 ± 2.83^a	76 ± 10.61^b	110 ± 7.78^c	121 ± 17.68^c

注: 试验起始时间为 2006 年 9 月 6 日~11 月 3 日, 饲养天数 59 d, 平均水温 26.6℃。

2.3 不同浮游生物含量对罗非鱼生长的影响

试验期间进行了 4 次土池和水泥池水中浮游动物和浮游植物含量的测定, 见表 7。

不同能量蛋白比的 A1、B1、C1、D1 各组, 浮游生物含量比较少的水泥池中罗非鱼与浮游生物含量比较高的土池中罗非鱼相比, 生长速度都较

低, 饲料系数较高, 对应的各组差异显著 ($P < 0.05$)。

在土池中浮游生物含量比较高的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响不大。在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响很大。

表 7 榕桥基地罗非鱼土池、水泥池浮游生物含量
Table 7 Plankton contents in the pond and tank at Rongqiao Base

测定日期	浮游动物(个·L ⁻¹)		浮游植物(×10 ³ 个·L ⁻¹)	
	土池	水泥池	土池	水泥池
2006- 08- 26	9930	360	10290	114
2006- 09- 22	16200	6000	26043	14511
2006- 10- 17	29129	5728	18535	14223
2006- 11- 04	69073	16918	9024	5644

3 讨 论

3.1 饲料能量蛋白比与鱼体净增重、增重率、饲料系数的关系

饲料中蛋白质含量和能量蛋白比对鱼体生长至关重要, 饲料中能量蛋白比适宜, 鱼体生长效果越好, 反之, 鱼体不能正常生长, 生产性能降低。本试验结果显示, 饲料蛋白质含量为 34%、E/P 为 39.62 kJ·g⁻¹ (D1 号饲料) 罗非鱼增重最快, 罗非鱼饲料系数最低, 随着饲料能量蛋白比的增加, 鱼体的净增重、增重率呈下降趋势, 饲料系数则偏高。这可能是由于饲料中能量偏高, 而蛋白质偏低, 造成罗非鱼蛋白质摄入不足影响其生长, 致使饲料系数偏高。这一结果和很多研究者的报道相吻合。朱秋华等^[1] 对中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 生长中适宜等能量蛋白比进行了研究, 结果表明, 配饵中的粗蛋白含量和能量蛋白比与蟹体生长、蛋白增加量和饲料系数存在着显著的相关关系 ($P < 0.05$), 蟹体的生长、体重生长比率和蛋白质效率随饲料中蛋白质含量的增加和能蛋比下降呈上升趋势, 饲料系数则下降。De Siwe^[2] 和 Galing D L^[3] 的试验结果表明, 饲料中适宜的能量蛋白比随鱼的种类和生长阶段而变化。许国焕等^[4] 研究了饲料中不同能量蛋白比对大口鮰 (*Silurus meridionalis*) 生长及体组成的影响, 大口鮰净增重、生长比速、蛋白效率随着能蛋比的降低呈增加趋势。

3.2 饲料中维生素添加量与鱼体生长的关系

维生素是维护鱼类健康、促进生长发育和调节生理功能所必需的一类低分子有机化合物。维生素的生理功能主要是调节体内的物质和能量代谢, 参与氧化还原反应。水产动物对维生素长期摄取不足或其他原因则不能满足生理需要, 但添加过多也会引起维生素中毒。因此在鱼类配合饲料中要正确添加各种维生素, 否则会影响鱼类健康和养殖生产。本试验结果显示, 在土池中浮游生物含量比较高的情

况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响不大。在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响很大。随着饲料中维生素添加量增加, 罗非鱼生长速度提高, 饲料系数降低。张家国等^[5] 的试验结果表明, 饲料中复合维生素的含量对河蟹幼体的成活率有较大的影响, 其适宜的添加量为 1% ~ 3%。李爱杰等^[6] 在饲料中添加水难溶性维生素 B₃ 可以提高牙鲆幼鱼 (*Paralichthys olivaceus*) 的增重率。张平远译^[7] 日本北海道桥岗水产养殖场的一项试验表明, 在虹鳟鱼 (*Salmo gairdneri Richardson*) 的饵料中添加微量的维生素 E, 可以明显地提高生长速度而增加鱼体重。Shiau 等^[8] 研究认为, 添加了泛酸组的斑节对虾的成活率、生长率显著地高于未添加组。李桂峰等^[9] 试验结果显示, 在胡子鲶 (*Claris fuscus*) 基础料中分别添加 0 mg·g⁻¹、500 mg·g⁻¹、1 000 mg·g⁻¹、1 500 mg·g⁻¹、2 000 mg·g⁻¹ 的维生素 C, 分别在饲喂不同实验料后的第 12 d、24 d、36 d 和 52 d, 测定各组的生长指标。结果表明, 添加 VC 对胡子鲶体重、特定生长率和体长增长率有提高作用。

3.3 浮游生物含量与鱼体生长的关系

本试验结果显示, 在土池中浮游生物含量比较高的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响不大。在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 试验期间随着饲料中维生素含量的提高, 罗非鱼生长速度加快。这可能是由于鱼可以从土池浮游生物中获得足够的维生素, 来满足自身的需要, 所以土池中饲喂添加维生素试验料的鱼生长速度并没有加快, 而水泥池中的鱼生长情况正相反, 因为不能从浮游生物中获得自己所需的维生素量, 只能从外界汲取, 因此外界提供的维生素的多少直接影响了鱼体的生长。周润等^[10] 总结了冷水性鱼类对维生素的营养需求, 得出在集约化程度较低的半精养或粗放养殖方式中, 由于鱼类的食物有部分

或大部分来源于天然的食物, 维生素的含量丰富, 所以对饵料中的维生素依靠性较小。而在集约化的养殖条件下由于鱼的放养密度高, 鱼类主要靠投喂配合饵料来获取生长所需要的维生素, 所以配合饲料中维生素的添加剂量就应适当地提高。王宇庭等^[1]研究了春季水库浮游生物与鲢鳙 (*Silver carp*) 生长的关系, 结果表明, 浮游生物量空间分布较均匀, 浮游植物多样性指数增加幅度较小的大伙房和柴河水库, 鲢生长速度也相对较慢(增重率较低), 鱼体较瘦(肥满度较小)。

4 结 论

4.1 随着饲料中能量蛋白比的增加, 罗非鱼生长速度和饲料效率有下降的趋势, 在同一能量水平下, 随着蛋白质含量的增加, 罗非鱼生长速度和饲料效率有提高的趋势。罗非鱼鱼苗的合适能量蛋白比为 $39.62 \sim 48.29 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, 蛋白质水平为 34% 时, 罗非鱼的生长速度最快, 饲料系数较低, 但是考虑到经济上的因素, 以饲料中蛋白质水平 28% ~ 31% 为宜。

4.2 在土池中浮游生物含量比较高的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响不大。在水泥池中浮游生物含量比较少的情况下, 试验期间饲料中维生素含量对罗非鱼生长影响很大, 随着饲料中维生素添加量增加, 生长速度有提高的趋势。

参考文献:

- [1] 朱秋华, 钱国英. 中华绒螯蟹生长中适宜能量蛋白比的研究 [J]. 浙江海洋学院学报, 2006, 19 (2): 134~138.
- [2] DE SIWE S S. Interaction of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia [J]. Aquaculture, 1991, 95: 305~318.
- [3] GALING D L, WILSON R P. The optimum dietary levels of protein and energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus* [J]. J Nutri, 1976, 106: 1368~1375.
- [4] 许国焕, 丁庆秋, 王燕. 饲料中不同能量蛋白比对大口鲶生长及体组成的影响 [J]. 浙江海洋学院学报, 2001, 20 (增刊): 94~97.
- [5] 张家国, 饶光慈. 河蟹蚤状幼体对蛋白质、脂肪、复合矿物盐及维生素的适宜需求量研究 [J]. 浙江海洋学院学报, 2001, 20 (9): 65~69.
- [6] 李爱杰, 张道波, 任泽林. 牙鲆幼鱼对水难溶性维生素 B₃需要量的研究 [J]. 饲料工业, 2001, 22 (12): 22~23.
- [7] 张平远. 微量维生素 E 可加快虹鳟的生长 [J]. 现代渔业信息, 2002, 17 (12): 7~7.
- [8] SHIAU S Y, HSU C W. Dietary pantathenice acid requirement of juvenile grass shrimp (*Penaeomonodors*) [J]. J Nutr, 1999, 129 (3): 718~21.
- [9] 李桂峰, 钱沛锋. 维生素 C 对胡子鲶生长、免疫与抗病作用的影响 [J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24 (4): 17~22.
- [10] 周洵, 杨国清, 尹海富. 冷水性鱼类对维生素的营养需求 [J]. 黑龙江水产, 2006 (1): 7~13.
- [11] 王宇庭, 孙建, 阎红山, 等. 春季水库浮游生物与鲢鳙生长的关系 [J]. 海洋湖沼通报, 2003 (1): 43~51.

(责任编辑: 周琼)