

文章编号: 1004-7271(2008)03-0305-05

## 饲料磷水平对花鲢生长及生化组成的影响

赵朝阳<sup>1</sup>, 周洪琪<sup>2</sup>, 陈建明<sup>3</sup>, 徐 跑<sup>1</sup>, 李红霞<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081;

2. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090;

3. 浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001)

**摘 要:**以酪蛋白-明胶为蛋白源,以磷酸二氢钾作磷源配制6种磷水平(0.32%、0.58%、0.83%、1.09%、1.35%和1.59%)的等氮等能的精制饲料,饱食投喂花鲢(初重为 $7.97 \pm 0.07$  g)8周,探讨饲料磷水平对花鲢生长及全鱼、肌肉、肝脏生化成分的影响。结果显示,(1)饲料磷水平对花鲢的增重率、饲料效率、肝体比具有显著的影响( $P < 0.05$ ),当饲料磷水平从0.32%上升到0.83%时,增重率、特定生长率、饲料效率、磷沉积系数随之提高,但超过此水平后各试验组差异不显著( $P > 0.05$ )。(2)饲料中磷含量对全鱼体组成、肌肉、肝脏成分有显著影响,随磷水平的升高,鱼体脂肪逐渐降低,灰分、钙和磷含量逐渐升高,鱼体水分、粗蛋白含量无显著差异,肌肉和肝脏的脂肪与体脂变化趋势一致。试验表明饲料磷含量不足会导致鱼体营养不良、生长缓慢,建议花鲢饲料总磷含量宜在0.83%。

**关键词:**花鲢;磷;生长;生化组成

中图分类号:S 963.1 文献标识码:A

## Effects of dietary levels of phosphorus on growth and biochemical composition of *Hemibarbus maculatus* Bleeker

ZHAO Chao-yang<sup>1</sup>, ZHOU Hong-qi<sup>2</sup>, CHEN Jian-ming<sup>3</sup>, XU Pao<sup>1</sup>, LI Hong-xia<sup>1</sup>

(1. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Science, Wuxi 214081, China;

2. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

3. Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China)

**Abstract:** A study was conducted to investigate the effects of dietary phosphorus levels on growth and biochemical composition of *Hemibarbus maculatus* Bleeker. Six experimental isonitrogenous and isoenergetic purified diets (casein-gelatin based) were formulated to contain 0.32%, 0.58%, 0.83%, 1.09%, 1.35%, 1.59% phosphorus with monopotassium phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) as source of phosphorus. Six treatments and triplicate groups of *Hemibarbus maculatus* Bleeker (initial weight  $7.97 \pm 0.07$  g) were fed to satiation for 8 weeks. The results showed that: (1) Weight gains feed efficiency and hepatosomatic index of *Hemibarbus maculatus* Bleeker were affected significantly by dietary phosphorus levels ( $P < 0.05$ ). Weight gains were improved with increase of dietary phosphorus from 0.32% to 0.83%, But when the level reached 0.83%, the data of higher level group showed no significant difference. A similar trend was observed in the specific growth

收稿日期:2007-09-14

基金项目:浙江省科技厅项目(2005F13003)

作者简介:赵朝阳(1976-),男,湖北荆州人,硕士,助理研究员,专业方向为水产动物营养和饲料学。E-mail:zhaocyy@ffrc.cn

通讯作者:周洪琪, Tel:021-65710017, E-mail:hqzhou@shfu.edu.cn

rate feed efficiency and phosphorus retention coefficient. (2) Whole body muscle and liver composition were significantly affected by the dietary phosphorus levels ( $P < 0.05$ ). Whole body lipid contents were decreased with increasing level of dietary phosphorus, however the ash phosphorus and calcium were gradually elevated. The moisture and crude protein content were not remarkably different among treatments. The muscle and liver lipid showed similar patterns as whole body. Experiments indicated abnormal nutritional composition of body and lower growth speed feeding with insufficient phosphorus content feed. It was suggested that total phosphorus content in feed of *Hemibarbus maculatus* Bleeker was suitable about 0.83%.

**Key words:** *Hemibarbus maculatus* Bleeker; phosphorus; growth; biochemical composition

花鲢 (*Hemibarbus maculatus* Bleeker) 广泛分布于我国的各大水系, 尤以长江流域中下游平原地区的江河、湖泊、水库中所常见<sup>[1]</sup>, 其肉质细嫩、味道鲜美, 是一种经济价值很高的中小型鱼类。近年来该鱼已成为江、浙、沪、皖等地区人工养殖的热门品种。研制与开发花鲢的配合饲料成为该优质资源人工养殖并形成规模生产的一大关键。磷是鱼类所必需的一种常量矿物元素, 在鱼体内发挥着非常重要的作用。目前有关花鲢对磷的需要量及对不同无机磷源的利用率<sup>[2]</sup>已有一些研究, 但是关于饲料磷水平对花鲢常规营养成分的影响还未见报道, 为此本试验通过探讨饲料中不同磷水平对花鲢生长、饲料利用及全鱼、肌肉、肝脏生化成分的影响, 旨在为花鲢配合饲料的研制提供理论依据和参考指标。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

花鲢幼鱼由浙江省淡水水产研究所提供。基础饲料是以分析纯的酪蛋白-明胶(4:1)为蛋白源、混合油脂(鱼油:豆油=1:1)为脂肪源、糊精为糖源、复合维生素及无机盐为原料配制而成的精制饲料, 基础饲料的原料组成及营养成分如表1所示。

以分析纯磷酸二氢钾( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )为磷源, 按浓度梯度法设计含量为6个磷水平(0.32%、0.58%、0.83%、1.09%、1.35%、1.59%)的等氮、等能试验饲料, 添加氯化钙使各组钙含量保持一致。各组磷的差额部分用微晶纤维素来平衡。

### 1.2 饲养管理

试验在浙江省淡水水产研究所进行, 实验前在水泥池中暂养2周后, 选择体质健壮, 规格整齐的540尾鱼(平均体重为 $7.97 \pm 0.07$  g)随机分组称重。试验分为6组, 每组设3个重复。实验鱼分别放入18个圆柱形玻璃钢水箱中, 每箱放鱼30尾, 每组试验鱼的初始体重经方差检验, 各组间无显著差异( $P > 0.05$ )。试验用圆柱形水箱(容积为500 L)内盛水300 L都配有溢流系统及增氧装置, 每天清晨、晚上各排污一次, 换水量为原池的250%。试验期间定期监测水质, 连续充气使水中溶氧量保持5.0 mg/L以上, 氨氮控制在0.5 mg/L以下。使整个饲养期间的水质符合养殖标准。试验期水温为23~28℃, 试验水体钙、磷含量分别为35.7 mg/L、0.05 mg/L。试验鱼每天投饲3次, 投喂量以饱食为原则, 并随其吃食情况而调整, 日投饲量占鱼体总重4%~5%, 试验鱼每两周称重一次以调整投喂量。试验期由2006年6月8日至2006年8月3日, 共计8周。

### 1.3 测定

各试验组随机选取4尾鱼作为全鱼样品, 将实验鱼去除鱼皮后, 取两侧侧线上的背肌及肝脏。

表1 基础饲料配方及营养组成  
Tab.1 Formula and proximate chemical composition of the basal diet (% dry matter)

配方成分	含量 (%)	营养成分 (% 实测)	含量 (%)
酪蛋白	36	粗蛋白	37.44
明胶	9	粗脂肪	5.5
糊精	34.5	钙	1.12
鱼油	3	磷	0.32
豆油	3		
羧甲基纤维素	2		
氯化胆碱	0.5		
混合维生素 <sup>①</sup>	2		
混合无机盐 <sup>②</sup>	4		

注:①复合维生素(mg或IU·kg<sup>-1</sup>):维生素A,2500;维生素D<sub>3</sub>,1200;维生素K<sub>3</sub>,10;维生素E,50;维生素B<sub>1</sub>,10;维生素B<sub>2</sub>,10;维生素B<sub>6</sub>,20;维生素B<sub>12</sub>,0.15;烟酸,40;叶酸,5;泛酸钙,20;肌醇,400;生物素,1.0;维生素C,200。

②复合矿物质(mg·kg<sup>-1</sup>):硫酸镁,50;硫酸亚铁,15;氯化钾,235.65;氯化钙,420;氯化钠,265;碘化钾,0.14;硫酸锌,10;硫酸锰,0.7;硫酸铜,0.75;亚硒酸钠,0.06;氯化钴,0.7。

生长按以下公式计算花鲮的相对增重率、特定生长率、成活率、肝体指数、饲料效率、总磷的贮积率和磷沉积系数。相对增重率(WG,%) = (平均末重 - 平均初重)/平均初重 × 100; 特定生长率(SGR,%/d) = (ln 平均末重 - ln 平均初重)/试验天数 × 100; 成活率(SR,%) = 末尾数/初尾数 × 100; 鱼的肝体指数(HSI) = 肝脏重量/鱼体重 × 100; 饲料效率(FE,%) = 体增重/摄食量 × 100; 总磷的贮积率(%) = 总磷的贮积量/总磷的摄入量 × 100; 磷沉积系数 = (鱼体最终含磷量 - 鱼体初始含磷量)/鱼体增重。

鱼体组成成分采用国标法测定花鲮全鱼、肌肉和肝脏中粗蛋白、粗脂肪、水分、灰分、钙和磷含量。粗蛋白含量采用凯氏半微量蒸馏定氮法测定(GB/T 6432-94), 粗脂肪含量采用索氏抽提仪测定法(GB/T 6433-94), 水分采用干燥法测定(GB/T 6435-86), 粗灰分采用高温灼烧法测定(GB/T 6438-92), 钙含量采用高锰酸钾法测定(GB/T 6436-2002), 磷含量采用钼蓝比色法测定(GB/T 6437-2002)。

## 1.4 统计分析

采用 SPSS(11.5) 软件(Oneway ANOVA) 对所得试验数据进行单因素方差分析, 用 Duncan 氏多重比较分析组间差异显著性程度。

## 2 结果

### 2.1 饲料磷水平对花鲮生长及成活的影响

经 8 周饲养, 饲料中磷水平对花鲮相对增重率、特定生长率和肝体指数具有显著的影响( $P < 0.05$ )。增重率随着饲料磷水平的提高呈先升高后趋稳定(表 2), 当饲料磷水平从 0.32% 上升到 0.83% 时, 增重率随之升高; 然而 0.83%、1.09%、1.35%、1.59% 饲料磷水平组的增重率差异不显著( $P > 0.05$ ), 特定生长率与平均增重率的变化趋势一致。饲料磷水平对试验鱼的成活率没有显著影响, 对花鲮肝体比有显著影响( $P < 0.05$ ), 其中 0.32% 组的肝体比最高, 随着饲料磷水平的增加呈现明显的下降趋势。

饲料磷水平对饲料效率、总磷的贮积率、磷沉积系数具有显著影响(表 2)。随着饲料磷水平的上升花鱼骨饲料效率提高, 但过高的饲料磷水平会使饲料效率降低。饲料效率以 0.83% 组和 1.09% 组最高, 与其它组比较差异显著( $P < 0.05$ )。总磷贮积率随着饲料磷水平从 0.32% 上升到 0.83% 而逐步提高, 饲料磷水平进一步上升时总磷贮积率显著下降, 磷的利用率显著降低。磷沉积系数随着饲料磷水平上升显著增加, 达到 0.83% 后各试验组差异不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.2 饲料磷水平对花鱼骨常规营养成分的影响

饲料磷水平对花鲮全鱼的粗蛋白和水分含量无显著影响(表 3)。饲料中磷水平对全鱼粗脂肪、粗灰分、钙和磷含量有显著影响( $P < 0.05$ ), 随饲料磷水平的升高鱼体脂肪逐渐降低, 0.32% 组和 0.58% 组全鱼脂肪含量显著高于其他试验组( $P < 0.05$ )。全鱼灰分、钙和磷含量随磷水平的升高逐渐升高, 0.32% 组全鱼灰分含量显著低于 1.09% 组( $P < 0.05$ ), 0.32% 组全鱼钙和磷含量显著低于其他试验组( $P < 0.05$ )。饲料磷水平对花鲮肌肉水分、粗蛋白、钙和磷含量无显著影响( $P > 0.05$ ), 随饲料磷水平的升高, 粗脂肪含量有下降的趋势, 0.32% 组和 0.58% 组肌肉粗脂肪含量高于其它各试验组, 0.32% 组肌肉粗灰分含量低于其它各试验组。饲料磷水平对花鲮肝脏水分、粗脂肪和粗灰分含量有显著影响(表 3)。0.32% 组肝脏水分显著低于 0.83% 组, 随饲料磷水平的升高, 花鲮肝脏粗脂肪含量显著降低( $P < 0.05$ ), 粗灰分含量升高。各组肝脏粗蛋白含量没有差异。

## 3 讨论

### 3.1 饲料磷对花鲮生长指标的影响

体增重是反映磷营养的灵敏指标<sup>[3]</sup>, 饲料中磷含量对鱼类的生长性能有明显影响。本实验生长结

果显示饲料磷水平对花鲮生长、饲料利用均有显著影响( $P < 0.05$ ),其增重和饲料效率随饲料磷浓度增加而线性上升,当磷水平达到0.83%后各组差异不显著,且高磷水平组显示稍微下降的趋势,这种变化模式与国外学者对欧洲狼鲈(*Dicentrarchus labrax* L.)<sup>[4]</sup>、银锯眶鲷<sup>[5]</sup>、黑线鳕鱼(*Melanogrammus aeglefinus* L.)<sup>[6]</sup>、遮目鱼(*Chanos chanos* Forsskal)<sup>[7]</sup>、美洲丽体鱼(*Cichlasoma urophthalmus*)<sup>[8]</sup>、虎皮鲃(*Barbus tetrazona* Bleeker)<sup>[9]</sup>、韩国许氏平鲈<sup>[10]</sup>、条纹石鲈(*Morone saxatilis*)<sup>[11]</sup>、梭鱼(*Liza haematocheila*)<sup>[12]</sup>等的研究结果一致。刘镜恪等<sup>[13]</sup>对黑鲷(*Sparus macrocephalus*)、游文章等<sup>[14]</sup>对草鱼的研究结果也表明,饲料中磷含量不足会引起较慢的生长率和较低的饲料转化率,然而过量的磷也导致慢的生长率甚至死亡。低磷饲料组影响鱼体增重可能是由于饲料磷的不足,使脂肪 $\beta$ 氧化受阻<sup>[15]</sup>,试验鱼不能很好地利用脂肪作能源,大量蛋白质作为能量被利用<sup>[16]</sup>,因而试验鱼增重率低下。高磷饲料组鱼体摄入的磷过高,会导致新陈代谢过于旺盛,如脂肪氧化速度过高<sup>[15]</sup>,造成代谢紊乱,也会影响其生长甚至使鱼死亡。也有少数学者如Asgard等<sup>[17]</sup>对大西洋鲑鱼(*Salmo salar* L.)的研究显示投喂实验饲料的各处理组增重、饲料效率没有显著不同,这可能是由于该研究者所用实验材料和实验条件的差异所引起。

表2 饲料磷水平对花鲮生长的影响

Tab.2 Effects of dietary phosphorus levels on growth of *Hemibarbus maculatus* Bleeker

饲料磷水平 (%)	平均初重 (g)	平均末重 (g)	相对增重率 (%)	特定生长率 (%·d <sup>-1</sup> )	成活率 (%)	肝体比	饲料效率 (%)	总磷贮积率 (%)	磷沉积系数 (g/kg)
0.32	8.01 ± 0.04	16.77 ± 0.07	109.31 ± 1.87 <sup>c</sup>	1.32 ± 0.02 <sup>c</sup>	97.78 ± 1.11	1.40 ± 0.07 <sup>a</sup>	52.29 ± 0.70 <sup>d</sup>	48.90 ± 3.47 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.02 <sup>c</sup>
0.58	7.98 ± 0.03	17.56 ± 0.21	120.01 ± 2.38 <sup>b</sup>	1.41 ± 0.02 <sup>b</sup>	98.89 ± 1.11	1.31 ± 0.16 <sup>a</sup>	55.71 ± 1.34 <sup>c</sup>	52.30 ± 2.54 <sup>a</sup>	0.54 ± 0.04 <sup>b</sup>
0.83	8.03 ± 0.02	18.69 ± 0.07	132.83 ± 0.23 <sup>a</sup>	1.51 ± 0.01 <sup>a</sup>	100 ± 0.00	0.88 ± 0.04 <sup>b</sup>	62.95 ± 1.01 <sup>a</sup>	56.51 ± 0.50 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.02 <sup>a</sup>
1.09	7.93 ± 0.06	18.61 ± 0.30	134.72 ± 4.90 <sup>a</sup>	1.52 ± 0.04 <sup>a</sup>	100 ± 0.00	0.82 ± 0.13 <sup>b</sup>	64.13 ± 2.37 <sup>a</sup>	38.79 ± 3.12 <sup>b</sup>	0.68 ± 0.05 <sup>a</sup>
1.35	7.90 ± 0.03	18.28 ± 0.09	131.39 ± 0.94 <sup>a</sup>	1.50 ± 0.01 <sup>a</sup>	98.89 ± 1.11	0.77 ± 0.05 <sup>b</sup>	60.09 ± 0.51 <sup>b</sup>	29.77 ± 2.57 <sup>c</sup>	0.67 ± 0.06 <sup>a</sup>
1.59	7.94 ± 0.07	18.27 ± 0.10	130.20 ± 2.85 <sup>a</sup>	1.49 ± 0.02 <sup>a</sup>	98.89 ± 1.11	0.79 ± 0.10 <sup>b</sup>	59.09 ± 1.25 <sup>bc</sup>	24.42 ± 0.22 <sup>c</sup>	0.66 ± 0.02 <sup>a</sup>

注:表中同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同

表3 饲料磷水平对花鲮全鱼、肌肉、肝脏成分的影响(% ,湿重)

Tab.3 Effect of dietary phosphorus levels on whole body muscle liver composition of *Hemibarbus maculatus* Bleeker (% , wet weight)

饲料磷水平 (%)	全鱼						肌肉						肝脏			
	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	磷 (%)	钙 (%)	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	磷 (%)	钙 (%)	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)
0.32	66.82 ± 0.08	15.66 ± 0.05	7.29 ± 0.67 <sup>a</sup>	3.30 ± 0.18 <sup>c</sup>	0.50 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.96 ± 0.04 <sup>c</sup>	79.02 ± 0.13	18.59 ± 0.26	1.41 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.240 ± 0.005	0.080 ± 0.004 <sup>b</sup>	52.89 ± 0.72 <sup>c</sup>	10.56 ± 0.68	33.51 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.05 <sup>b</sup>
0.58	67.54 ± 0.33	15.72 ± 0.25	6.91 ± 0.38 <sup>a</sup>	3.53 ± 0.11 <sup>bc</sup>	0.57 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.02 <sup>c</sup>	78.67 ± 0.11	19.31 ± 0.17	1.39 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.250 ± 0.009	0.091 ± 0.004 <sup>b</sup>	57.54 ± 2.48 <sup>bc</sup>	11.21 ± 0.65	29.61 ± 3.08 <sup>ab</sup>	0.98 ± 0.04 <sup>ab</sup>
0.83	66.76 ± 0.37	15.79 ± 0.04	6.73 ± 0.25 <sup>ab</sup>	3.60 ± 0.05 <sup>bc</sup>	0.66 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.05 ± 0.03 <sup>bc</sup>	78.77 ± 0.17	18.87 ± 0.16	1.23 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.25 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.248 ± 0.001	0.122 ± 0.005 <sup>a</sup>	65.30 ± 1.17 <sup>a</sup>	11.77 ± 0.08	25.42 ± 2.78 <sup>bc</sup>	1.01 ± 0.03 <sup>ab</sup>
1.09	67.19 ± 0.07	15.49 ± 0.45	6.40 ± 0.28 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.03 <sup>ab</sup>	1.11 ± 0.02 <sup>b</sup>	79.46 ± 0.22	18.60 ± 0.31	1.19 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.28 ± 0.03 <sup>ab</sup>	0.254 ± 0.007	0.091 ± 0.003 <sup>b</sup>	64.82 ± 2.53 <sup>a</sup>	11.50 ± 0.20	24.51 ± 1.57 <sup>bc</sup>	1.07 ± 0.05 <sup>ab</sup>
1.35	67.36 ± 0.39	15.17 ± 0.07	5.64 ± 0.27 <sup>bc</sup>	3.84 ± 0.02 <sup>ba</sup>	0.65 ± 0.04 <sup>ab</sup>	1.14 ± 0.04 <sup>a</sup>	79.51 ± 0.31	18.35 ± 0.30	1.15 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.27 ± 0.00 <sup>ab</sup>	0.252 ± 0.003	0.092 ± 0.006 <sup>b</sup>	62.55 ± 1.16 <sup>ab</sup>	12.21 ± 0.25	22.50 ± 1.03 <sup>c</sup>	1.10 ± 0.07 <sup>ab</sup>
1.59	67.54 ± 0.14	15.13 ± 0.08	5.44 ± 0.05 <sup>c</sup>	3.90 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.02 <sup>bc</sup>	79.82 ± 0.24	18.15 ± 0.25	1.09 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.26 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.247 ± 0.002	0.087 ± 0.008 <sup>b</sup>	62.18 ± 2.71 <sup>ab</sup>	10.35 ± 0.66	22.24 ± 2.17 <sup>c</sup>	1.14 ± 0.06 <sup>a</sup>

### 3.2 饲料磷对花鲮营养成分指标的影响

本研究显示,饲料中磷含量对花鲮全鱼粗脂肪含量有显著影响,随磷水平的升高,鱼体脂肪逐渐降低,体脂水平与饲料磷含量呈显著的负相关。由于磷的不足,使脂肪氧化受阻,试验鱼不能很好的利用脂肪作能源,造成脂肪积累。Yang等<sup>[5]</sup>对银锯眶鲷、Chavez-Sanchez等<sup>[8]</sup>对美洲丽体鱼、Elangovan等<sup>[9]</sup>对虎皮鲃、El-Zibdeh等<sup>[12]</sup>对梭鱼的研究均得出体脂水平与饲料磷反相关,鱼喂低磷饲料产生高体粗脂

肪;刘镜恪等<sup>[13]</sup>对黑鲟的研究也表明,饲料中磷含量不足时,分析全鱼显示其含高水平的脂肪、低水平的水分、灰分、钙、磷;本实验的研究结果也与上述研究相符。另外本实验中全鱼的粗灰分、磷和钙含量随饲料磷水平的增加而显著增加,说明灰分、钙、磷含量在一定程度上也反映鱼体内磷营养状况及磷在鱼体内的沉积。Asgard 等<sup>[17]</sup>对大西洋鲑鱼试验结果也显示饲料磷含量与全鱼磷浓度符合算术逻辑曲线。也有少数不同报道,Oliva-Teles 等<sup>[4]</sup>对欧洲狼鲈的研究显示,投喂不同磷水平的饲料全鱼体组成无差异,全鱼磷含量平均为 0.72% (湿重),且饲料磷含量对其没有显著影响。Lee 等<sup>[10]</sup>对韩国许氏平鲉(*Sebastes schlegeli*)报道认为,全鱼和肌肉的水分、蛋白、脂肪不受饲料磷水平的影响( $P > 0.01$ ),导致上述结果的原因与实验所用磷源的不同有关。

## 4 小结

本试验表明饲料磷含量不足会导致鱼体营养不良、体脂升高,生长缓慢,为使花鲢达到较大生长率和保持鱼体组织中正常磷水平,建议花鲢实用饲料中饲料总磷含量在 0.83% 为宜。

## 参考文献:

- [1] 陈宜瑜,罗云林,刘焕章,等. 中国动物志. 硬骨鱼纲. 鲤形目(中卷)[M]. 北京:科学出版社,1998:242-244.
- [2] 赵朝阳,周洪琪,徐 跑,等. 花鲢对饲料中 3 种不同无机磷源的利用率[J]. 长江大学学报(农学卷自然科学版),2007,4(3):65-69.
- [3] 赵朝阳,周洪琪,徐金先,等. 评定鱼类磷营养需求的指标[J]. 饲料研究,2007,6:22-24.
- [4] Oliva-Teles A, Pimentel-Rodrigues A. Phosphorus requirement of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles[J]. Aquaculture Research,2004,35(7):636-642.
- [5] Yang S D, Lin T S, Liou CH, et al. Dietary phosphorus requirement of silver perch (*Bidyanus bidyanus*) 2001, 6th Asia Fisheries Forum Book of Abstracts p. 274.
- [6] Roy P K, Lall S P. Dietary phosphorus requirement of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) [J]. Aquaculture,2003,221(1-4):451-468.
- [7] Borlongan I G, Satoh S. Dietary phosphorus requirement of juvenile milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) [J]. Aquaculture Research,2001,32(1):26-32.
- [8] Chavez-Sanchez C, Martinez-Palacios C A, Martinez-Perez G, et al. Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichlids *Cichlasoma urophthalmus* (Guenther) [J]. Aquaculture Nutrition,2000,6(1):1-9.
- [9] Elangovan A, Shim K F. Dietary phosphorus requirement of juvenile tiger barb (*Barbus tetrazona* Bleeker) [J]. Aquarium Sciences and Conservation,1998,2(1):9-19.
- [10] Lee S M, Park S R, Kim J D. Dietary optimum phosphorus level of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*) [J]. Journal of Fisheries Sciences and Technology,1998,1(2):180-186.
- [11] Dougall D S, Woods L C, Douglass L W, et al. Dietary phosphorus requirement of juvenile striped bass *Morone saxatilis* [J]. Journal of the World Aquaculture Society,1996,27(1):82-91.
- [12] El-Zibdeh M, Yoshimatsu T, Matsui S, et al. Requirement of redlip mullet for dietary phosphorus [J]. Journal of the Faculty of Agriculture,1995,140(1-2):135-145.
- [13] Liu J, Maotang L, Keling W, et al. Studies on the phosphorus requirement and proper calcium/phosphorus ratio in the diet of the black sea bream (*Sparus macrocephalus*) [C]. Special Publication, European Aquaculture Society,1993.
- [14] 游文章,黄忠志,廖朝兴,等. 草鱼对饲料中磷需要量的研究[J]. 水产学报,1987,11(4):285-292.
- [15] Takeuchi M, Nakazon J. Effect of dietary phosphorus on lip content and its composition in carp [J]. Bull Jap Soc Sci Fish,1981,47:347-352.
- [16] Sakamoto S, Yone Y. Effect of dietary phosphorus level on chemical composition of red sea bream [J]. Bull Jap Soc Sci Fish,1978,44:227-229.
- [17] Asgard T, Shearer K D. Dietary phosphorus requirement of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) [J]. Aquaculture Nutrition,1997,3(1):17-23.