

饲料中鱼油添加量对观赏性红鲫鱼生长和体色的影响

袁 媛, 李明云*, 贾福怀

(宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 为研究鱼油添加量对观赏性红鲫鱼生长和体色的影响, 在喂养红鲫鱼的饲料中分别添加质量分数 0%、2.5%、5%、10% 的鱼油, 投喂 49 d, 并将其与空白组分别进行对照. 结果表明: 添加 2.5% 的鱼油喂养红鲫鱼对红鲫鱼的生长最佳. 随着鱼油喂养量的不断增加, 红鲫鱼体重和体长的增加率呈一定的下降趋势. 以观赏鱼的红色、白色、黄色作为重要的评判标准, 5% 鱼油添加量更有助于提高红鲫鱼的红色值, 降低白色值和黄色值.

关键词: 红鲫鱼; 饲料; 鱼油

中图分类号: S963

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2015) 02-0005-04

红鲫鱼(*Carassius auratus red variety*)是鲫鱼经选育而成的一种观赏鱼, 主要分布在江南一带, 其观赏价值较高. 红鲫鱼体色全红, 身体侧扁, 全鳞, 口端位, 无须. 全球观赏鱼从 1980 年的 4 000 万美元增加到 2010 年的 50 亿美元, 贸易额大幅度增长. 加上养殖观赏鱼所用的器材、药物、饲料, 整体产业的产值达 140 亿美元, 其中 30~40 种观赏鱼是市场销售主体, 红鲫鱼即为其中一种.

脂肪不仅是水产动物生长所需能量的主要来源, 而且是必需脂肪酸、甾醇类、磷脂和脂溶性维生素的重要来源. 由于动物体内自身合成一些高不饱和脂肪酸的能力有限, 必须借助于外界的食物供给, 所以它们对动物体生理代谢十分重要^[1-4]. 研究证明, 不饱和脂肪酸在机体内具有重要的生物学作用和生理学调控功能^[5]. 豆油、花生油、玉米油、鱼油都是饲料中常见的脂肪源, 其中鱼油多含有 n-3 尤其是二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)两类高不饱和脂肪酸^[6]. 鱼油在水产养殖中的应用十分广泛, 在饲料加工中加入鱼油可以完善饲料营养, 促进生物生长. 然而, 不同水产动物品质和经济效益的评价指标不一样, 对鱼油添加量的要求也不一样. 梁拥军等^[7]对锦鲤幼鱼的研究中发现, 饲料中鱼油需添加适量, 如饲料中过

高的脂肪水平会阻碍鱼体生长. 研究表明, 在鱼类饲料中油脂的适宜用量为 2%~10%, 如鱼油在鲤鱼饲料中适宜用量为 3%^[8]、淡水黑鲟的鱼油适宜添加量为 9.4%^[9]、团头鲂鱼种饲料中脂肪的最适宜含量为 3.6%^[10]、黄鳝饲料中脂肪含量为 3%~4%^[11]、食性转化后的草鱼苗饲料中脂肪的最适添加量为 3.6%^[12]. 但是对观赏性鱼类饲料中的脂肪添加量迄今尚未见有关资料报道.

1 材料与方法

1.1 试验饲料

试验用基础饲料为厦门福寿实业有限公司生产的红鲫鱼专用饲料. 饲料营养成分(质量分数)中, 粗蛋白质约为 25.0%, 粗脂肪含量约为 13%, 粗纤维约为 4.0%, 粗灰分约为 10.0%, 水分约为 10.0%. 添加的鱼油为加拿大深海鱼油, 其酸价小于 1.5, 过氧化值小于 4.0. 鱼油中的 DHA 约为 8%, EPA 约为 7%. 用喷洒法将鱼油添加于基础饲料中.

1.2 试验分组

添加比例分别为基础饲料质量的 0%(空白组)、2.5%、5%、10%, 干燥后分别投喂于 4 个试验组.

1.3 饲养管理

红鲫鱼购于宁波观赏鱼市场, 平均体长为 40

收稿日期: 2013-11-29.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journal.lg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划项目 (IRT0734).

第一作者: 袁媛 (1987-), 女, 安徽阜阳人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水产养殖. E-mail: leo_yy@163.com

*通信作者: 李明云 (1942-), 男, 浙江舟山人, 教授, 主要研究方向: 遗传育种、种质保护和养殖技术. E-mail: limingyun@nbu.edu.cn

mm, 在同个水族箱(450 mm×280 mm×300 mm)暂养7 d后开始正式试验. 饲养用水采用静置1~2 d除氯后的自来水, 水量为水族箱的一半. 24 h 曝气, 在水族箱上建立过滤、除杂、循环系统, 在水循环系统中放入生化棉, 保证水体中的硝化细菌量, 每周更换养殖用水, 更换量不超过总水量的三分之一. 随机分组, 在每个水族箱放养20尾, 每天投喂2次, 分别为7:00和19:00, 每次投饵量为体重的1%, 每周依体重调整投饲量. 饲养期为49 d.

1.4 样品的采集与测定

试验前, 用电子秤称量各试验组鱼体重, 用量鱼板测量体长, 用美能达 CR-400 色彩色差计测其体色, 其中 L 值代表红鲫鱼的白度, A 值代表红鲫鱼的红色, B 值代表红鲫鱼的黄色. 试验期间, 每周依体重调整投饲量, 结束后以空白组做对照, 测量终末体重、终末体长、终末体色, 计算其体重日平均增长率、体长日增长率、饲料效率及体色变化. 饲养结束后用烘干法测全鱼水分, 凯氏定氮法测粗蛋白质, 用索式提取器测定粗脂肪.

1.5 分析评定指标^[13]

体重日平均增长率 = $100 \times (w_2 - w_1) / (t \times w_1)$,

体长日生长率 = $100 \times (L_2 - L_1) / (t \times L_1)$,

饲料效率 = $100 \times (w_2 - w_1) / C$,

式中, w_1 为初始平均尾质量, g; w_2 为终末平均尾质量, g; L_1 为初始平均体长, mm; L_2 为终末平均体长, mm; t 为摄食天数, d; C 为总摄食量, g.

用 SPSS 19.0 对结果进行分析, 运用 LSD 法进行单因素方差分析, $P < 0.05$ 为显著差异, $P < 0.01$ 为极显著水平.

2 结果

2.1 鱼油添加量对生长的影响

饲养49 d后, 从表1数据可见, 2.5%鱼油组的体重日平均增长率和饲料效率明显高于空白组、5%鱼油组和10%鱼油组. 其从最初的平均每尾3.06 g 增加到4.26 g, 体重日平均增长率为0.80%, 饲料效率达31.02%. 且2.5%鱼油组与其他试验组均存在显著性差异, 而5%鱼油组、10%鱼油组增重率高于空白组, 但无显著性差异, 表明在饲料中添加2.5%的鱼油更有助于红鲫鱼体重的增加.

不同鱼油添加量对红鲫鱼平均体长也有不同

表1 鱼油添加量对红鲫鱼体重增加和饲料效率的影响

组别	初始平均 尾质量/g	终末平均 尾质量/g	体重日平均 增长率/%	饲料效 率/%
空白组	3.06	4.00	0.63 ^a	18.49 ^a
2.5%鱼油	3.06	4.26	0.80 ^b	31.02 ^b
5%鱼油	3.03	3.99	0.65 ^a	17.75 ^a
10%鱼油	3.04	3.93	0.61 ^a	19.97 ^a

注: 上下同一列数据右上角表示的字母不一样的为显著差异($P < 0.05$), 字母一样的为无显著差异. 下表同.

影响. 由表2数据可知, 2.5%鱼油组相对于空白组、5%鱼油组以及10%鱼油组的红鲫鱼总体长增长速度明显较高. 其由最初39.8 mm 增长到了54.9 mm, 其体长日平均增长率达0.77%, 远高于其他试验组. 通过显著性差异分析发现, 空白组、5%鱼油组、10%鱼油无显著性差异, 而2.5%鱼油组显著高于其他各试验组, 这与体重变化的结果类似.

表2 鱼油添加量对红鲫鱼体长增长的影响

组别	初始平均 体长/mm	终末平均 体长/mm	体长日生 长率/%
空白	39.7	51.2	0.59 ^a
2.5%鱼油	39.8	54.9	0.77 ^b
5%鱼油	39.6	51.4	0.61 ^a
10%鱼油	40.0	51.8	0.60 ^a

2.2 鱼油不同添加量对红鲫鱼体色的影响

表3数据表明, 不同鱼油添加量对红鲫鱼平均A值(红色)影响不同. 试验期间, 红鲫鱼试验组的平均A值(红色)普遍高于空白组. 通过变化量的分析, 可看出随着红鲫鱼的生长, 体色红色渐渐变低, 其中空白组变化量为0.36, 2.5%组的变化量为0.87, 5%组的变化量为1.93, 10%组的变化量为0.85, 可发现红色变化不呈明显的线性关系, 随着鱼油添加量的增加, 红鲫鱼体色红色变化先增大后减少, 在试验组中, 5%鱼油组红色的增加值最大.

表3 鱼油添加量对红鲫鱼平均体色色度的影响

组别	A 值(红色)		B 值(黄色)		L 值(白度)	
	开始 A	终末 A	开始 B	终末 B	开始 L	终末 L
空白	22.60	22.96 ^a	24.00	25.55 ^a	52.84	47.18 ^a
2.5%鱼油	22.47	23.34 ^a	26.26	25.76 ^b	51.51	44.35 ^b
5%鱼油	22.70	24.63 ^b	26.21	24.33 ^c	54.18	46.50 ^b
10%鱼油	22.26	23.11 ^a	27.70	27.00 ^b	56.12	47.00 ^c

在不添加鱼油的饲料中, 看出随着红鲫鱼生长, 体色黄色呈增加趋势, 添加鱼油后, 体色黄色

呈变低趋势, 2.5%组的减少量为 0.5, 5%组的减少量为 1.88, 10%组的减少量为 0.70, 不呈明显的线性关系, 随着鱼油添加量的增加, 在试验组中, 5%鱼油组黄度的减少值最大。比较发现, 鱼油组均与空白组存在显著差异, 其中 5%鱼油组存在显著的变化, 而 2.5%鱼油组与 10%鱼油组间差异不显著。

试验组和空白组的平均 L 值(白度)均呈现持续下降的趋势。其中, 10%鱼油组的红鲫鱼平均 L 值(白度)下降幅度最为明显, 有原本的 56.12 下降到 47.00, 2.5%鱼油组的红鲫鱼最终的平均 L 值(白度)最低, 为 44.35。所有的试验组最终的平均 L 值(白度)下降幅度均高于空白组的下降幅度。2.5%鱼油组与 5%鱼油组无显著差异。

2.3 饲料中鱼油不同添加量对全鱼水分、粗脂肪、粗蛋白质的影响

各组红鲫鱼水分、脂肪、蛋白质含量差异较大, 其中空白组水分含量较高, 而随着鱼油添加量的增加, 水分含量逐渐减少。对干物质的粗脂肪和粗蛋白质进行分析, 发现随着鱼油添加量的增加, 全鱼粗脂肪含量呈增加趋势, 而蛋白质含量呈下降趋势, 其中 5%鱼油组和 10%鱼油组的差异较小, 水分差异仅为 0.53%, 粗脂肪的差异仅为 0.1%, 粗蛋白质的差异仅为 0.27%。

表 4 饲料中鱼油不同添加量对红鲫鱼指标的影响 %

项目	水分	粗脂肪 (干物质)	粗蛋白质 (干物质)
空白	77.3 ^a	21.66 ^a	49.61 ^a
2.5%鱼油	73.45 ^b	36.31 ^b	39.04 ^b
5%鱼油	70.63 ^{bc}	43.23 ^c	34.59 ^c
10%鱼油	70.1 ^c	43.13 ^c	34.86 ^c

3 讨论

饲料中脂肪含量不足或缺乏, 可导致代谢紊乱、饲料利用率下降, 同时还可产生并发脂溶性维生素和脂肪酸缺乏症。但饲料中过多的脂肪可导致养殖动物摄食量减少, 降低其他营养成分的利用率, 使生长速度下降。

一般来说, 水产动物由于种类以及生长过程中所适应的水温、食性、生长阶段不同, 饲料中所需脂肪种类和含量有一定的差别。相对来说, 肉食性鱼类的鱼油或脂肪的适宜含量要略高于植食性

和杂食性鱼类。而且, 适宜的鱼油是配制环保型饲料的基础和关键, 在饲料的配制上具有重要的意义。它不仅有利于蛋白质和脂肪等能量物质的利用, 提高饲料利用率, 改善养殖效果, 尽可能减少氮的排放量和减轻水质的污染。针对不同的养殖种类, 在饲料中添加适宜的鱼油, 可以提高鱼类的生长和发育, 以达到理想的效果。在水产动物饲料中添加一定量的鱼油, 会对水产动物生长产生一定的影响, 一般表现为生长率、增重、饲料效率等。周继术等^[14]在对鲤鱼的研究中, 发现鲤能较好利用鱼油用于生长, 而且鱼油促生长作用明显高于其他油脂。王道尊等^[15]的试验结果表明, 鱼油组青鱼生长效果最好, 但与豆油组无明显差异。季文娟的研究结果表明, 在对黑鲷幼鱼的饲养过程中, 鱼油较其他油脂更能提高黑鲷鱼饲料转化率和饲料系数^[16]。於叶兵等^[17]在对异育银鲫的研究中发现, 以鱼油作为异育银鲫脂肪源, 其形体与血液生化指标作用效果最好。通过本研究表明, 2.5%鱼油组体重日平均增重率、体长日平均增长率最高, 说明对于生长需要来说, 2.5%鱼油添加量适宜红鲫鱼的生长。随着鱼油喂养量的不断增加, 红鲫鱼体重和体长的增加率呈一定的下降趋势。梁拥军等^[7]对锦鲤幼鱼的研究中也发现饲料中过高的脂肪水平会阻碍鱼体的生长。

红鲫鱼作为观赏性鱼类的一种, 其体色指标是观赏价值的体现, 颜色通常采用色差计或比色计确定。随着国内观赏渔业的发展, 如何改善观赏鱼的体色以提高其观赏价值, 已成为提高我国观赏鱼档次的一个重要任务。日前, 为提高观赏鱼的体色, 人工配合饲料中添加增色成分的做法已被广泛应用, 具有一定的效果。但添加过量的合成增色剂的饵料, 对鱼体有较大伤害。在邓士秋等^[18]对太平洋鲑鱼的研究中发现, 体色其不仅与鱼体中类胡萝卜素的含量有关, 还与脂肪含量相关, 高水平的脂肪可增加太平洋鲑的红度值, 有益于色素沉积。鱼体颜色为体表 4 种色素细胞所决定, 有呈现黑色、褐色的黑色素细胞, 呈现红色、黄色、橙色的红色素细胞, 呈现淡红、银白、紫色的彩虹细胞。在一些研究中, 多以检测体表的类胡萝卜素含量来判定体色指标, 本研究通过检测红鲫鱼体表的红度、黄度、白度值来判断其体色。一般红鲫鱼

的红度多是饲养者关注的目标. 通过本研究发现, 试验组的白度、红度、黄度均有明显的变化, 其中白度、黄度呈下降趋势, 而红度呈上升趋势, 但都不呈明显的线性关系. 在试验组中, 5%组的红度值上升的最为明显, 且黄度值下降的最为明显. 因此, 以观赏性鱼类的红度、白度、黄度作为重要的评判标准, 5%鱼油添加量更有助于提高红鲫鱼的红度值, 降低白度值和黄度值.

参考文献:

- [1] Chang G L, Wu X G, Cheng Y X, et al. Effect of lipid nutrition on hepatosomatic index and biochemical composition of juvenile *Eriocheir sinensis*[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2008, 39(3):276-283.
- [2] Wu X G, Cheng Y X, Sui L Y, et al. Effect of dietary supplementation of phospholipids and highly unsaturated fatty acids on reproductive performance and offspring quality of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, female broodstock[J]. *Aquaculture*, 2007, 234(4):602-613.
- [3] Argent J. Mcevoy Lipid nutrition of marine fish during early development: Current status and further direction[J]. *Aquaculture*, 1999, 179(4):219-229.
- [4] Ulati S K, Ashes L R. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation fat[J]. *Animal Science and Technology*, 1999, 177(2):191-199.
- [5] Ji H, OM A D, Yoshimatsu T, et al. Effect of dietary docosahexaenoic acid on lipogenesis and lipogenesis and lipolysis in black sea bream *Acanthopagrus schlegelii*[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2007, 26(1):112-121.
- [6] National Research Council. Nutrient Requirements of Fish[M]. Washington: National Academy Press, 1993:8-12.
- [7] 梁拥军, 孙砚胜, 苏建通, 等. 饲料脂肪水平对锦鲤幼鱼生长和血液生化指标的影响[J]. *淡水渔业*, 2012, 42(5):249-253.
- [8] 任泽林, 郭庆, 霍启光, 等. 鱼油在鲤饲料中的适宜用量[J]. *大连水产学报*, 2001, 16(1):1-7.
- [9] 宋理平, 韩勃, 王爱英, 等. 脂肪水平对淡水黑鲟生长及体组成的影响[J]. *长江大学学报*, 2010, 7(1):27-30.
- [10] 刘梅珍, 石文雷, 朱晨炜, 等. 饲料中脂肪的含量对团头鲂鱼种生长影响[J]. *水产学报*, 1992, 16(4):330-336.
- [11] 杨代勤, 陈芳, 李道霞, 等. 黄鳝的营养素需要量及饲料最适能量蛋白比[J]. *水产学报*, 2000, 24(3):259-262.
- [12] 雍文岳, 黄忠志, 廖朝兴, 等. 饲料中脂肪含量对草鱼生长的影响[J]. *淡水渔业*, 1985(6):11-14.
- [13] 冯健, 覃志彪. 4 种不同脂肪源对太平洋鲑生长和体组成的影响[J]. *水生生物学报*, 2006, 30(3):256-261.
- [14] 周继术, 吉红, 王建华, 等. 鱼油对鲤生长及脂质代谢的影响[J]. *中国海洋大学学报*, 2008, 38(2):275-279.
- [15] 王道尊, 潘兆龙, 梅志平. 不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响[J]. *水产学报*, 1989, 13(4):370-374.
- [16] 季文娟. 饲料中不同脂肪源对黑鲟幼鱼生长和鱼体脂肪酸组成的影响[J]. *海洋水产研究*, 1999, 20(1):70-74.
- [17] 於叶兵, 江世贵, 林黑着, 等. 不同脂肪源对异育银鲫形体与血液生化指标的影响[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2012, 38(2):192-197.
- [18] 邓士秋, 段青源, 申屠基康. 饲料脂质对养殖鱼类品质的影响[J]. *水产科学*, 2011, 30(5):301-305.

Influence of Additive Amount of Fish Oil on Growth and Body Color of *Carassius auratus red variety*

YUAN Yuan, LI Ming-yun*, JIA Fu-huai

(School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: In order to investigate the impact of fish oil on growth and body color of *Carassius auratus red variety*, the diet of *Carassius auratus red variety* is added with fish oil of different concentration level (0%, 2.5%, 5%, 10%) and fed for 49 days. The results show that 2.5% additional fish oil is the best diet for the growth of *Carassius auratus red variety*. The more the fish oil feeding is given, the more slowly the weight and length of *Carassius auratus red variety* increase. Body color is an important factor for ornamental fish, which is standardized with the degree of red, white, yellow. It is found that 5% fish oil helps increase the red color index of *Carassius auratus red variety*, while reduce that of white and yellow.

Key words: *Carassius auratus red variety*; feed; fish oil

(责任编辑 章践立)