

# L-肉碱对鲫鱼生长和肌肉营养成分的影响

王立新 周继术 王涛 王辉

(西北农林科技大学动物科技学院, 陕西杨凌 712100)

**摘要** 200尾均重 25.1 g的高背鲫按 L-肉碱在饲料中添加量的不同 (0, 50, 100, 150, 200 mg/kg) 随机分成 5组, 用于研究 L-肉碱对鲫鱼生长及肌肉营养成分的影响。结果表明: 鲫鱼饲料中添加 50~100 mg/kg的 L-肉碱能显著提高鲫鱼的相对生长率、饲料效率, 其中添加 100 mg/kg的 L-肉碱效果最好, 其相对生长率和饲料效率与对照组相比分别提高了 122.4%和 91.3% ( $P < 0.05$ ); 在鲫鱼饲料中添加 50~150 mg/kg的 L-肉碱时均能显著提高肌肉中蛋白质的含量, 同时显著降低肌肉中脂肪的含量, 其中添加 150 mg/kg的 L-肉碱时肌肉中蛋白质含量比对照组提高 4.04%, 而脂肪含量降低了 45.1% ( $P < 0.05$ ), 但添加 L-肉碱对鲫鱼的空壳率没有明显影响, 各组差异均不显著。

**关键词** 鲫鱼, 相对生长率, L-肉碱, 肌肉营养成分

肉碱 (carnitine) 也称肉毒碱, 有 L型和 D型两个光学异构体, 其中 D型肉碱不具有生理活性, 因此实际发挥作用的只有 L型肉碱。L-肉碱在动物组织中普遍存在, 其主要功能是作为脂肪酸的跨膜载体, 并以酰基肉碱的形式将长链脂肪酸从线粒体外运送到膜内, 促进脂肪酸的  $\beta$ -氧化, 降低血清胆固醇及甘油三酯的含量<sup>[1]</sup>。研究表明, 在动物饲料中添加一定量的肉碱, 可以提高动物体内脂肪的代谢水平, 促进动物生长, 改善肉类品质, 提高免疫力, 降低饲养成本<sup>[1,2]</sup>。鱼类对脂肪和碳水化合物化合物的利用能力较低, 高碳水化合物饲料容易引起体内脂肪积累, 形成脂肪肝。本试验以杂食偏植物食性的鲫鱼为对象, 研究 L-肉碱对以高碳水化合物饲料为食的鱼类生长代谢以及鱼体主要营养成分的影响, 以期对 L-肉碱在鱼类养殖中的应用做更深入的探讨。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验鱼及分组

本试验所用鲫鱼 (*Carassius auratus*) 购于市场, 为高背鲫, 共计 200尾, 尾均重 (25.1  $\pm$  0.4) g, 试验鱼先放入水族箱内驯化饲养一周后再随机分为 5组, 每组设 2个重复, 每个重复 20尾, 各组分别用在基础饲料中添加 0, 50, 100, 150, 200 mg/kg肉碱的饲料饲喂, 试验期为 45 d。

### 1.2 试验饲料

试验基础饲料主要成分为: 鱼粉 (12%)、豆粕 (30%)、棉籽粕 (12%)、面粉 (14%)、米糠 (20%)、玉米粉 (10%)、磷酸氢钙 (1%)、复合维生素及矿物质 (1%)。试验饲料所含粗蛋白质 29.84%, 粗脂肪 3.42%, 粗灰分 12.6%, 蛋氨酸 0.43%, 赖氨酸 1.52%, 精氨酸 2.05%。试验饲料中分别加入肉碱 0, 50, 100, 150, 200 mg/kg, 混合均匀后制成直径约 2~3 mm的颗粒饲料使用。试验用 L-肉碱由陕西省大隆饲料有限公司提供。

### 1.3 试验场地及水源

本试验在实验室水族箱中进行, 水族箱为 120 cm  $\times$  50 cm  $\times$  60 cm的玻璃缸, 配备有充氧机和加热棒。整个试验过程温度控制在 22~25  $^{\circ}\text{C}$ , pH 7.2, 溶氧 5~7 mg/L。

### 1.4 饲喂与日常管理

本试验每天投饵 4次 (8 30, 11 30, 14 00, 17 00), 日投饵率 3%左右, 具体根据鱼的摄食情况适当增减。每天记录投饵量和水温, 并清除水族箱内粪便和污物, 定期换水。

### 1.5 测定指标及分析方法

#### 1.5.1 鲫鱼生长及饲料效率

$$\text{相对生长率} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\%$$

$$\text{饲料效率} = \frac{W_2 - W_1}{F} \times 100\%$$

式中： $w_1$ —试验初鲫鱼尾均重  
 $w_2$ —试验末鲫鱼尾均重  
 $W_1$ —试验初始鱼体总重  
 $W_2$ —试验结束鱼体总重  
 $F$ —摄取饲料重量

### 1.5.2 鱼体肌肉营养成分及空壳率测定

试验期末,在每个水族箱内随机取 7~9 尾鱼,击昏后擦干鱼体表水分,先测定鲫鱼的空壳率,然后除去鱼鳞及表皮,取背腹部大侧肌共 100 g,105 烘干,粉碎至粉末状,用于肌肉营养成分测定<sup>[3,4]</sup>。粗蛋白质含量测定采用凯氏定氮法,粗脂肪含量采用索氏脂肪抽取法测定。空壳率用如下公式计算:

$$\text{空壳率} = \frac{\text{鱼体总重} - \text{内脏重}}{\text{鱼体总重}} \times 100\%$$

### 1.5.3 统计分析

试验结果采用 Duncam 氏新复极差法进行差异

表 1 L - 肉碱不同添加量对鲫鱼生长和饲料效率的影响

肉碱不同添加量 (mg/kg)	尾初重 (g)	尾末重 (g)	相对生长率 (%)	饲料效率 (%)
0	24.675	26.300	7.35 ±0.21 <sup>c</sup>	34.50 ±0.71 <sup>c</sup>
50	25.500	29.000	13.70 ±0.57 <sup>b</sup>	58.50 ±2.12 <sup>b</sup>
100	25.500	29.475	15.60 ±0.71 <sup>a</sup>	66.00 ±2.83 <sup>a</sup>
150	25.125	27.425	9.15 ±1.20 <sup>c</sup>	38.50 ±4.95 <sup>c</sup>
200	25.125	27.175	6.10 ±2.40 <sup>c</sup>	30.00 ±1.41 <sup>c</sup>

注:上标字母相同表明在  $P=0.05$  水平上差异不显著,上标字母不同表明在  $P=0.05$  水平上差异显著。表 2 同。

### 2.2 L - 肉碱对鲫鱼肌肉营养成分的影响

结果见表 2。该结果经统计表明,饲料中添加表 2 L - 肉碱不同添加量对鲫鱼肌肉营养成分的影响

肉碱添加量 (mg/kg)	肌肉蛋白质含量 (%)	肌肉脂肪含量 (%)	空壳率 (%)
0	17.715 ±7.07 <sup>b</sup>	8.505 ±7.07 <sup>c</sup>	83.925 ±3.54 <sup>a</sup>
50	18.380 ±1.41 <sup>a</sup>	6.590 ±0.28 <sup>b</sup>	85.550 ±3.32 <sup>a</sup>
100	18.355 ±3.54 <sup>a</sup>	6.635 ±1.14 <sup>b</sup>	85.150 ±1.06 <sup>a</sup>
150	18.430 ±2.83 <sup>a</sup>	4.670 ±1.10 <sup>a</sup>	85.400 ±7.07 <sup>a</sup>
200	18.000 ±0.41 <sup>ab</sup>	8.750 ±1.73 <sup>c</sup>	87.150 ±2.83 <sup>a</sup>

不同浓度的 L - 肉碱对鲫鱼肌肉蛋白质和脂肪的含量有明显的影 响,且蛋白质和脂肪的变化成负相关,即在 0~150 mg/kg 之间,随添加量的增加,鱼体肌肉中的蛋白质含量增加而脂肪含量减少,其中添加量为 150 mg/kg 时鲫鱼肌肉蛋白质含量最高 (18.43%), 比对照组高 4.04%, 而脂肪含量最低 (4.67%), 比对照组低 45.1%。其中鱼体肌肉中

显著性比较。

## 2 试验结果

### 2.1 L—肉碱对鲫鱼生长的影响

结果见表 1。该结果经统计表明,饲料中添加不同水平 L - 肉碱对鲫鱼的生长有显著影响,比较 5 个 L - 肉碱添加水平可知,饲料中添加 50 mg/kg 和 100 mg/kg 的 L - 肉碱对鲫鱼均有明显的促生长效果。与对照组相比,添加 50 mg/kg 的 L - 肉碱组相对生长率和饲料效率分别比对照组高 86.4% 和 69.6%, 差异显著 ( $P<0.05$ ); 添加 100 mg/kg 的 L - 肉碱组相对生长率和饲料效率分别提高了 122.4% 和 91.3%, 差异显著 ( $P<0.05$ ); 但添加 150 mg/kg 和 200 mg/kg 的 L - 肉碱组的相对生长率和饲料效率与对照组相比差异均不显著,甚至添加 200 mg/kg 的 L - 肉碱组的相对生长率和饲料效率略低于对照组,表现为过量添加 L - 肉碱反而有抑制鲫鱼生长的趋势。

蛋白质含量在肉碱添加量为 50、100、150 mg/kg 的组之间差异不显著,但与对照组和肉碱添加量 200 mg/kg 组比差异显著 ( $P<0.05$ ); 而肌肉中脂肪含量肉碱添加量 150 mg/kg 组和其它组相比差异均很显著 ( $P<0.05$ )。

另外,由表 2 可知,尽管随着 L - 肉碱添加量的增加,鲫鱼的空壳率由 83.925% 增加到 87.150%, 呈上升趋势,但各水平之间不存在显著性差异 ( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 L - 肉碱的促生长作用

饲料中添加 L - 肉碱可增加生长速度在很多动物上已得到证实,然而在水生动物中的实验结果却不尽相同,部分实验表明肉碱能有效促进鱼虾的生长<sup>[5-7]</sup>,另外一些试验却表明肉碱对鱼类无促生长效果<sup>[4,8]</sup>。也有研究认为饲料成分和养殖条件特别

是水温会影响肉碱对鱼类的促生长作用<sup>[9-12]</sup>。本试验研究表明,L-肉碱对鲫鱼的生长有明显的促进作用,且和饲料中L-肉碱的添加量有关,当饲料中添加100 mg/kg的L-肉碱时对鲫鱼的促生长效果最好,同时饲料报酬也最高,但继续增加L-肉碱的用量反而会降低鲫鱼的生长速度,这和刘万函等<sup>[6]</sup>在鲤鱼以及Twibell等<sup>[5]</sup>在杂交条纹鲈上的研究结果相似,说明添加量对L-肉碱的作用有一定的影响,同时说明L-肉碱在鲫鱼饲料中的适宜添加量为100 mg/kg,过量添加于生长无益。

### 3.2 对肌肉营养成分的影响

肉碱的生理功能是在脂肪的代谢过程中将长链脂肪酸转运到线粒体中进一步氧化<sup>[13]</sup>,同时还能协助中短链脂肪酸的氧化,解除不能代谢的酰基残留物的毒害,促进脂溶性维生素和钙磷的吸收,并抑制体内赖氨酸和蛋氨酸的消耗,从而起到节约蛋白质的作用,肉碱也可能通过增加丙酮酸羧化酶的作用来改变代谢过程中产生的废氮的去向,使之向合成氨基酸和机体蛋白质的方向转化<sup>[14,15]</sup>。因此在饲料中添加L-肉碱可促进体内长链脂肪酸的氧化,调节能量代谢,增加脂肪的消耗而节约蛋白质,从而影响肌肉营养成分。本研究结果表明,饲料中添加50~100 mg/kg的L-肉碱可使鱼体肌肉中的蛋白质含量明显升高,脂肪含量显著下降,确实能够起到促进脂肪代谢,减少体脂,节约蛋白质的作用。这和杜震宇等<sup>[4]</sup>在罗非鱼上的研究结果相似。从本研究有关空壳率的测量结果来看,各组及个体之间空壳率没有显著差异,说明L-肉碱的添加对内脏脂肪和肌肉脂肪的代谢作用可能是等同的。

### 参考文献

- [1] 宋志刚,刘惠芳. L-肉碱的应用研究. 饲料研究, 2001, (7): 1~3
- [2] 朱友谊,刘万涵,吴天星. 肉碱在动物营养学上的研究及应用. 饲料研究, 1999, (12): 15~17
- [3] 陈意明,黄钧,蔡子德,等. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析. 水利渔业, 2001, 21 (2): 22~24
- [4] 杜震宇,刘永坚,田丽霞,等. 添加不同构性肉碱对于罗非鱼生长和鱼体营养成分组成的影响. 水产学报, 2002, 26 (3): 259~264
- [5] Twibell R G, Brown P B. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*). Aquac, 2000, 187: 153~161
- [6] 刘万涵,陈菊芳. 肉毒碱与鱼虾增重关系的研究. 中国饲料, 1998, (6), 20~21
- [7] 邱楚武. 肉毒碱在水产养殖中的作用及合理应用. 水产养殖,

2001, (3): 36~37

- [8] Hong Ji, Bradley T M, Tremblay G C. Atlantic salmon fed L-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but not change in growth rate. Nutr, 1996, 126: 1937~1950
- [9] Stavros Chatzifrtis S, Takenchi T. The effect of dietary carnitine supplementation on growth of red sea bream (*Pagrus major*) fingerlings at two levels of dietary lysine. Aquaculture, 1996, 147: 235~248
- [10] 曹俊明,刘永坚,梁桂英. 鱼虾4号对提高草鱼饲料蛋白利用率及组织营养成分组成的影响. 中国饲料, 1997, 19: 30~31
- [11] Torreele E, Vander Sluiszen A and Verreth J. The effect of dietary L-carnitine on the growth performance in fingerlings of the African catfish in relation to dietary lipid. Normal of Nutrition, 1993, 69: 689~699
- [12] Santulli A D, Amelio V. Effects of supplemental dietary carnitine on growth and lipid metabolism of hatchery-reared sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Aquac, 1986, 59: 177~186
- [13] Jon Brøner. Carnitine - metabolism and function. Physiological Reviews, 1983, 63 (4): 1421~1479
- [14] 周洪琪. 中国对虾幼体的能量代谢. 水产学报, 1992, 16 (4): 167~170
- [15] 周洪琪,潘兆龙,李世钦. 草鱼代谢能的研究. 水产学报, 1998, 22 (1): 28~31

## 欢迎订阅

## 2006年度《现代渔业信息》

《现代渔业信息》杂志系农业部主管、中国水产科学研究院东海水产研究所主办和农业部东海区渔政渔港监督管理局、农业部黄渤海区渔政渔港监督管理局、江苏省海洋与渔业局等四十七个单位协办的一本供全国农、林、水系统各级领导、高等院校教师、科技人员以及生产单位工作者参阅的渔业科技综合性信息刊物(月刊)。报道的主要内容侧重于国外渔业生产、水产科学技术的新动态、新工艺、新材料和新方法等信息;同时报道国内渔业生产、科技及教育等方面进展动态。国际大16开本,每期4.00元,全年12期,共计48.00元。

帐号为:中国水产科学研究院东海水产研究所  
1001222309026400731 工行杨树浦桥分理处

国际标准刊号: ISSN1004 - 8340

国内统一刊号: CN31 - 1465/S

广告、发行部联系人:徐吟梅

地址:上海市军工路300号

邮编:200090 电话:(021) 55530500

国内发行:上海市邮政局报刊发行

传真:021 - 65683926