

# L-肉碱对鲫鱼生长和代谢的影响\*

王立新<sup>1</sup>, 周继术<sup>1</sup>, 杨元昊<sup>2</sup>, 王 辉<sup>1</sup>, 王 涛<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100

2 陕西省水产研究所, 陕西 西安 710086)

[摘 要] 将 200 尾尾均重 25.1 g 的高背鲫随机分成 5 组, 在饲料中添加不同量的 L-肉碱(0, 50, 100, 150, 200 mg/kg), 用于研究 L-肉碱对鲫鱼生长和代谢强度的影响。结果表明, 饲料中添加 50~100 mg/kg L-肉碱能显著提高鲫鱼的相对生长率和饲料效率, 其中 100 mg/kg 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 112.2% 和 91.3% ( $P < 0.05$ ); 同时 L-肉碱还能显著影响鲫鱼的耗氧率和活力, 其中 100 mg/kg L-肉碱组鲫鱼的耗氧率和活力最高, 分别为 0.15 mg/(g·h) 和 4.8 s。

[关键词] L-肉碱; 鲫鱼; 相对生长率; 代谢强度

[中图分类号] S965.117.73<sup>+</sup>9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)10-0063-03

肉碱(carnitine), 也称肉毒碱, 有 L 型和 D 型 2 个光学异构体, 但 D 型肉碱不具有生理活性。L-肉碱普遍存在于动物心脏、骨骼肌等组织中, 在动物脂肪代谢中起着重要作用, 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, 改善肉质品质, 提高动物免疫力, 降低饲养成本<sup>[1,2]</sup>。有关 L-肉碱对水生动物的促生长作用已有较多报道<sup>[2~4]</sup>, 但一般都集中在对生长性能和饲料利用率等表现指标的研究上, 且对 L-肉碱是否具有明显的促生长效果存有争议<sup>[4,5]</sup>, 而关于 L-肉碱对水生动物代谢影响以及代谢和生长之间的关系的研究比较少。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和代谢的影响, 以期为 L-肉碱在鱼类养殖中的应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验鱼及分组

本试验所用鲫鱼购于市场, 为高背鲫, 共计 200 尾, 尾均重 (25.1 ± 0.4) g, 试验鱼放入水族箱内驯化饲养 1 周后随机分为 5 个组, 每组 2 个重复, 每重复 20 尾, 各组用在基础饲料中分别添加 0, 50, 100,

150 和 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及其含量(质量分数)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%。试验饲料含粗蛋白 298.4 g/kg, 粗脂肪 34.2 g/kg, 粗灰分 126.0 g/kg, 蛋氨酸 4.3 g/kg, 赖氨酸 15.2 g/kg, 精氨酸 20.5 g/kg。在基础饲料中分别加入 0, 50, 100, 150, 200 mg/kg 肉碱, 制成 5 种试验饲料, 混合均匀后压制直径约 2~3 mm 的颗粒饲料烘干使用。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, 水族箱规格为 120 cm × 50 cm × 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 °C, pH 7.2, 溶氧 5~7 mg/L。

### 1.4 饲喂与日常管理

试验鱼每天喂 4 次(8:30, 11:30, 14:00, 17:00), 日投饵率 3% 左右, 并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 鲫鱼生长率和饲料效率 分别按下列公式计算:

\* [收稿日期] 2004-01-14

[作者简介] 王立新(1968-), 男, 陕西南郑人, 讲师, 在读博士, 主要从事水产种质资源与养殖研究。E-mail: fisherwanglx@yahoo.com.cn

$$\text{相对增长率 (SGR)}/\% = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% ;$$

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

式中,  $w_1$  为试验初鲫鱼尾均重(g),  $w_2$  为试验末鲫鱼尾均重(g);  $W_1$  为试验初始鱼体总重(g),  $W_2$  为试验结束鱼体总重(g),  $F$  为摄取饲料质量(g)。

1.5.2 鱼体代谢强度测定 试验结束后, 在每个水族箱内随机取鱼 2~3 尾, 禁食 2 d, 测定鱼的耗氧率和活力。耗氧率的测定是将鲫鱼放入一个密闭呼吸室, 测出呼吸室进出水口处的溶氧量和水的流量, 并根据下式计算:

$$\text{耗氧率}/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}) = (A_1 - A_2) \times V / W$$

式中,  $A_1$  和  $A_2$  分别为进、出水口的溶氧量( $\text{mg/L}$ ), 溶氧量用碘量法进行测定;  $V$  为单位时间的流量( $\text{L/h}$ ),  $W$  为鱼体重(g)。

鱼体活力测定采用 Heisuke Nakagawa 等<sup>[6]</sup>的方法, 测定时先将鱼从水中取出并在空气中保持 5 min, 然后重新放回水中, 记录鱼体恢复正常游泳能力的时间, 以此作为鱼体活力的指标, 鱼体恢复正

常游泳的时间越短说明鱼体的活力越高。

## 1.6 统计分析

试验结果采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 L-肉碱对鲫鱼生长的影响

由表 1 可知, 饲料中添加不同水平的 L-肉碱对鲫鱼的生长均有一定影响, 其中添加 50 和 100  $\text{mg/kg}$  L-肉碱对鲫鱼有明显的促生长效果。添加 100  $\text{mg/kg}$  L-肉碱组的相对增长率和饲料效率分别较对照组高 112.2% 和 91.3% ( $P < 0.05$ ), 且与其他组差异显著。添加 50  $\text{mg/kg}$  L-肉碱组的相对增长率和饲料效率较对照组分别提高了 86.4% 和 69.6%, 差异显著 ( $P < 0.05$ )。添加 150 和 200  $\text{mg/kg}$  L-肉碱组的相对增长率和饲料效率与对照组相比差异均不显著, 并且添加 200  $\text{mg/kg}$  L-肉碱组的相对增长率和饲料效率甚至略低于对照组, 表现为过量添加 L-肉碱反而有抑制鲫鱼生长的趋势。

表 1 不同 L-肉碱添加量对鲫鱼生长和饲料效率的影响

Table 1 Effects of dietary L-carnitine on growth and feed efficiency of crucian

L-肉碱添加量/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Adding quantity of L-Carnitine	初重/( $\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$ ) Initial weight	末重/( $\text{g} \cdot \text{尾}^{-1}$ ) Final weight	相对增长率/% SGR	饲料效率/% Feed efficiency
0	24.675	26.300	7.350 ± 0.21 c	34.500 ± 0.71 c
50	25.500	29.000	13.700 ± 0.57 b	58.500 ± 2.12 b
100	25.500	29.475	15.600 ± 0.71 a	66.000 ± 2.83 a
150	25.125	27.425	9.150 ± 1.20 c	38.500 ± 4.95 c
200	25.125	27.175	6.100 ± 2.40 c	30.000 ± 1.41 c

注: 同列数据后字母相同表明在  $P = 0.05$  水平上差异不显著, 字母不同表明在  $P = 0.05$  水平上差异显著。下表同。

Note: The same letter in the table means the differentia was insignificant at  $P = 0.05$ , different letter means the differentia was significant at  $P = 0.05$ . It is the same in the following table.

### 2.2 L-肉碱对鲫鱼代谢强度的影响

鲫鱼的代谢强度可根据耗氧率和活力来体现。表 2 显示, 添加不同水平的 L-肉碱也会对鲫鱼的耗氧率、活力产生影响。当饲料中 L-肉碱的添加量为 0~100  $\text{mg/kg}$  时, 随饲料中 L-肉碱的增加耗氧率

不断增大, 且活力亦逐渐增强; 至 100  $\text{mg/kg}$  时, 耗氧率达到最大, 活力最高, 且与其他组相比差异显著 ( $P < 0.05$ ); 随饲料中 L-肉碱添加量的继续增加, 耗氧率和活力均开始下降。

表 2 L-肉碱对鲫鱼耗氧率和活力的影响

Table 2 Effects of dietary L-carnitine on the oxygen consumption and vigor of crucian

L-肉碱添加量/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Adding quantity of L-Carnitine	耗氧率/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) Oxygen consumption ratio	活力/s Vigor	L-肉碱添加量/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Adding quantity of L-Carnitine	耗氧率/ ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) Oxygen consumption ratio	活力/s Vigor
0	0.104 ± 0.07 c	7.45 ± 0.07 c	150	0.104 ± 0.19 c	7.75 ± 0.78 c
50	0.116 ± 0.54 b	6.50 ± 0.28 b	200	0.102 ± 0.83 c	8.15 ± 0.49 c
100	0.145 ± 0.83 a	4.80 ± 0.42 a			

## 3 讨 论

### 3.1 L-肉碱对鱼类的促生长作用

饲料中添加 L-肉碱可增加动物的生长速度,这在很多动物上已得到证实,但在水生动物中的试验结果却不尽相同,部分试验表明肉碱能有效促进鱼虾的生长<sup>[7,8]</sup>,而另外一些试验却表明肉碱对鱼类无促生长效果<sup>[4,5]</sup>。还有一些研究认为,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>[3,9]</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,且与饲料中 L-肉碱的添加量相关,当饲料中添加 100 mg/kg 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,这与刘万函等<sup>[8]</sup>在鲤鱼以及 Twibell 等<sup>[7]</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,同时也说明 L-肉碱在鲫鱼饲料中的适宜添加量为 100 mg/kg,过量添加对生长无益。

### 3.2 L-肉碱对鲫鱼代谢强度的影响

以耗氧率作为研究水生动物代谢强度的指标在对虾<sup>[10]</sup>和草鱼<sup>[11]</sup>上均有报道。林仕梅等<sup>[12]</sup>也以耗氧率为指标,用注射法研究了不同构型的肉碱对草鱼代谢强度的影响,结果认为,各种构型的肉碱均能增强草鱼的代谢强度,其中 L-肉碱的效果优于 D 型和 DL 型肉碱,但代谢强度的增加并不随肉碱浓度的提高而持续增加,当注射剂量超过 4 mg/kg 时,代谢强度反而受到抑制,这与本研究的结果基本一致。另外,在本研究中,随 L-肉碱添加量的增加,耗氧率呈逐渐上升趋势,当 L-肉碱添加量为 100 mg/kg 时,耗氧率达到最高,超过 100 mg/kg 后逐渐降低,鱼活力测定结果与耗氧率变化趋势一致。综合 L-肉碱对鲫鱼生长速度和代谢强度的影响后不难看出,生长速度、耗氧率以及鱼体活力三者的变化曲线完全吻合,这与 L-肉碱本身的生理功能相符。揭示本试验结果科学合理,同时也表明 L-肉碱对鲫鱼确有明显的促生长效果。

## [参考文献]

- [1] 薛 忠,房兴堂 肉碱研究现状及其在养殖业中的应用[J]. 兽药与饲料添加剂, 2001, (6): 22- 24
- [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[J]. 饲料研究, 1999, (12): 15- 17.
- [3] Torreele E, Vander A D, Johan V. The effect of dietary L-carnitine on the growth performance in fingerlings of American catfish in relation to dietary of lipid[J]. Journal of Nutrition, 1993, 69: 689- 699
- [4] Hong Ji, Terence M, George C. Atlantic salmon fed L-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but not change in growth rate[J]. J Nutr, 1996, 126: 1937- 1950
- [5] 杜震宇,杨永坚,田丽霞,等 添加不同构型肉碱对于罗非鱼生长和鱼体营养成分组成的影响[J]. 水产学报, 2002, 26(3): 259- 264
- [6] Heisuke Nakagawa, Tetsuya Umion, Yoshihori Tasaka Usefulness of *Ascopyllum* meal as a feed additive for red sea bream, *Pagrus major*[J]. Aquaculture, 1997, 151: 275- 281.
- [7] Twibell R G, Brown P B. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of Hybrid striped bass (*Morone saxatilis* Male  $\times$  *M. chrysops* Female) [J]. Aquaculture, 2000, 187: 153- 161.
- [8] 刘万涵,陈菊芳 肉碱与鱼虾增重关系的研究[J]. 中国饲料, 1998, (6): 20- 21.
- [9] Stavros Chatzifritis S, Takenchi T. The effect of dietary carnitine supplementation on growth of red sea bream (*Pagrus major*) fingerlings at two levels of dietary lysine [J]. Aquaculture, 1996, 147: 235- 248
- [10] 周洪琪 中国对虾幼体的能量代谢[J]. 水产学报, 1992, 16(4): 167- 170
- [11] 周洪琪,潘兆龙,李世钦 草鱼代谢能的研究[J]. 水产学报, 1998, 22(1): 28- 31.
- [12] 林仕梅,罗 莉,叶元土,等 肉碱对草鱼代谢强度的影响[J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(4): 343- 346

(下转第 70 页)

- [8] 雷 蕾, 刘忠华, 寇朝辉, 等. 不同活化方法对小鼠卵母细胞孤雌发育的影响[J]. 实验生物学报, 2002, 35(3): 236- 238
- [9] 李光鹏, 孟庆刚, 魏 鹏, 等. 亚胺环己酮对猪卵母细胞人工孤雌激活作用的研究[J]. 畜牧兽医学报, 2001, 32(5): 416- 420

## Effects of different factor on electroactivation and parthenogenesis of mouse oocytes

MA Li-bing<sup>1</sup>, WANG Qiang<sup>1</sup>, WANG Feng-mei<sup>2</sup>, ZHANG Yong<sup>1</sup>

(1 Institute of Biological Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;  
2 Baotou Agriculture-Husbandry School, Baotou, InnerMongolian 014100, China)

**Abstract:** This study was designed to evaluate the effect of age, electric pulse parameter, SrCl<sub>2</sub>, cycloheximide (CHX) on electroactivation and parthenogenesis of mouse oocytes. The results showed that mouse oocytes which were cultured in CHX-contained CZB medium *in vitro* after electric activation could obtain higher activated percentage and developmental percentage. Oocytes came from mouse 17 hours after being injected with HCG. Medium of activation contained Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and Sr<sup>2+</sup>. The condition of electroactivation was field strength 1.0 kV/cm, pulse duration 30 μs, two times pulses. The percentage of activation and morulae/blastocysts could reach 83.3% and 57.5% respectively.

**Key words:** mouse; oocytes; electroactivation; SrCl<sub>2</sub>; cycloheximide

(上接第 65 页)

## Effects of dietary L-carnitine on growth and metabolism of crucian

WANG Li-xin<sup>1</sup>, ZHOU Ji-shu<sup>1</sup>, YANG Yuan-hao<sup>2</sup>, WANG Hui<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>1</sup>

(1 College of Animal Science and Technology, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;  
2 Fisheries Research Institute of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710086, China)

**Abstract:** Two hundred crucians, with mean weight 25.1 gram, were divided into five groups according to the level of dietary L-carnitine to investigate the effects on growth ratio, feed efficiency and metabolism. The results showed that the relative growth ratio and feed efficiency were improved markedly when crucian feed were added with 50-100 mg/kg L-carnitine, especially added with 100 mg/kg L-carnitine in crucian feed, the relative growth ratio and feed efficiency were best, improved 112.2% and 91.3% respectively ( $P < 0.05$ ), compared with the control. At the same time the oxygen consumption of the crucian was tip top and the vigor of the crucian was best.

**Key words:** L-carnitine; crucian; relative growth ratio; metabolism degree