

# 酵母核苷酸对异育银鲫生长和免疫酶活性的影响

魏文志, 罗方妮, 杨成, 陈宝国

(扬州大学动物科学与技术学院, 江苏扬州 225009)

**摘要:** 在基础饲料中分别添加 0 (对照组)、86、172、258、344 和 430 mg/kg 的酵母核苷酸, 饲喂异育银鲫 (*Carassius auratus gibelio*) 75 d, 研究酵母核苷酸对其生长和免疫酶活性的影响。结果显示: 添加 344 mg/kg 和 430 mg/kg 的酵母核苷酸组显著促进了异育银鲫的生长和降低了饲料系数, 添加 172 mg/kg 的酵母核苷酸显著提高了异育银鲫血清中溶菌酶活力和碱性磷酸酶活性。考虑生长和免疫酶两方面因素, 异育银鲫饲料中酵母核苷酸的适宜添加量为 344 mg/kg。

**关键词:** 酵母核苷酸; 异育银鲫 (*Carassius auratus gibelio*); 生长; 免疫酶

**中图分类号:** S963.73

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-6907-(2007)04-0057-04

## Effects of Dietary Yeast Nucleotides on Growth and Immune Enzyme Activities of *Carassius auratus gibelio*

WEI Wen-zhi, LUO Fang-ni, YANG Cheng, CHEN Bao-guo

(Animal Science and Technology College, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009)

**Abstract:** The effects of various dietary yeast nucleotides levels (0, 86, 172, 258, 344, and 430 mg/kg) on growth and immune enzyme activities of *Carassius auratus gibelio* was evaluated in 75 days. The results showed that the feed adding 344 mg/kg and 430 mg/kg yeast nucleotides could promote the growth and decrease food conversion rate, the feed adding 172 mg/kg could promote lysozyme activity and alkaline phosphatase in serum of *Carassius auratus gibelio* significantly. For *Carassius auratus gibelio*, the optimum level of dietary yeast nucleotides was 344 mg/kg results of growth rate and immune enzyme.

**Key words:** yeast nucleotides; *Carassius auratus gibelio*; growth; immune enzyme

核苷酸是生物体内遗传物质的基本单位,也是蛋白质合成必需的中间体的基本单位。现有的研究表明核苷酸能够促进哺乳类和畜禽的生长和增强免疫活性<sup>[1-3]</sup>。但核苷酸在水产上应用的报道还很少。国内苗玉涛等<sup>[4]</sup>在配合饲料中添加 300 mg/kg 核苷酸时能促进苏氏芒鲶的生长和成活率。国外 Burrells 等<sup>[5]</sup>发现在饲料中添加 300 mg/kg 核苷酸时,促进了大西洋鲱的生长并显著降低了死亡率。本实验在饲料中添加不同浓度的酵母核苷酸,探讨酵母核苷酸对异育银鲫生长和免疫酶活性的影响,以期酵母核苷酸作为异育银鲫的饲料添加剂提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验用异育银鲫购自江苏仪征市甘草养殖场,体重 (20.49 ± 0.17) g。酵母核苷酸为广州市信豚水产技术有限公司“信豚 1 号”产品 (批准文号:粤饲预字 (2003) 3466;生产日期:2005 年 8 月 20 日),酵母核苷酸有效含量 8.6%。

### 1.2 试验设计

采用单因子浓度梯度法设计。经过预实验,在基础饲料中分别添加“信豚 1 号”产品 0、0.1%、0.2%、0.3%、0.4% 和 0.5%,共 6 个饲料组,每组 4 个重复。同时在基础饲料配方中相应减少啤酒酵母

收稿日期: 2006-06-26

第一作者简介: 魏文志 (1970-), 湖北天门人, 硕士, 主要从事生物饵料及水产动物营养的教学与研究工作。E-mail: wzwei38@sohu.com

含量。则饲料中酵母核苷酸含量分别为 0、86、172、258、344和 430 mg/kg。充分搅拌均匀,制成颗粒饲料(粒径 2.5 mm),晾干后备用。基础饲料组成见表 1。

表 1 基础饲料的主要成分含量

Tab. 1 Contents of main component in the basic diet

		%
项目		含量
原 料	进口鱼粉	14
	豆粕	28
	菜粕	16
	棉粕	10
	次粉	23.93
	啤酒酵母	2
	磷酸二氢钙	1
	大豆磷脂粉	4
	杂鱼多维	0.1
	杂鱼矿物	0.5
	维生素 C	0.02
	氯化胆碱	0.25
	食盐	0.2
营 养 成 分	粗蛋白	30.81
	粗脂肪	10.02

试验在扬州大学动物科学与技术学院水产养殖温室内进行。异育银鲫暂养 10 d 后,挑选健康、规格相近的异育银鲫对应饲料组分成 6 个组,在水泥池中进行试验。每个水泥池(2 m × 2 m × 0.9 m)放养鱼种 48 尾,水泥池水深 0.45 m。养殖用水为曝气的自来水,实验期间水温 20~28℃。饲养期间每天投饲率为其体重的 3%。每半月称各池鱼总体重一次,作为投饲的标准。每天分 2 次投喂,分别在上午 9:00 和下午的 16:00。试验时间从 2005 年 9 月 20 日开始,至 12 月 5 日结束,共 76 d。实验结束后,每池称总重量。各计算指标如下:

表 2 酵母核苷酸对异育银鲫的生长效果

Tab. 2 The growth of *C. auratus gibelio* after feeding dietary yeast nucleotides

组别 (mg/kg)	初重 (g)	末重 (g)	相对增重率 (%)	饲料系数	蛋白质效率 (%)
0	20.96 ± 0.31	40.74 ± 0.63	0.96 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.03 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.60 ± 0.06 <sup>c</sup>
86	20.44 ± 0.11	40.50 ± 0.74	0.99 ± 0.04 <sup>bc</sup>	1.98 ± 0.02 <sup>ab</sup>	1.64 ± 0.02 <sup>bc</sup>
172	20.52 ± 0.03	41.81 ± 0.69	1.03 ± 0.03 <sup>ac</sup>	1.94 ± 0.03 <sup>ab</sup>	1.67 ± 0.02 <sup>bc</sup>
258	20.41 ± 0.03	41.38 ± 0.71	1.03 ± 0.04 <sup>ac</sup>	1.94 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.67 ± 0.01 <sup>bc</sup>
344	20.24 ± 0.33	41.66 ± 1.61	1.06 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.92 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.69 ± 0.04 <sup>b</sup>
430	20.34 ± 0.16	43.40 ± 1.23	1.13 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.83 ± 0.03 <sup>a</sup>

注:同列间标字母相同者表示差异不显著,不同者表示差异显著( $P < 0.05$ )

$$\text{相对增重率} = 100\% \times (W_t - W_0) / W_0;$$

$$\text{饵料系数} = F / (W_t - W_0);$$

$$\text{蛋白质效率} = 100\% \times (W_t - W_0) / F \times P$$

式中: $W_t$ 为试验结束时鱼体重(g); $W_0$ 为试验开始时鱼体重(g); $F$ 为饵料摄入量(g); $P$ 为饲料中粗蛋白含量(%); $t$ 为饲养时间(d)。

### 1.3 血清制备

饲喂结束称重后,从各组中随机抽取 10 尾异育银鲫,尾静脉抽血,置于离心管中室温放置 1 h,冰箱(4℃)放置过夜,3500 r/min 离心 15 min,取血清,冰箱(4℃)保存,3 d 内测完。

### 1.4 溶菌酶活力的测定

溶菌酶活力按 Hultmark 等<sup>[6]</sup>的方法测定。用 0.1 mol/L 的磷酸钾缓冲液将溶壁微球菌 (*Micrococcus lysolei*) (购自中科院微生物研究所)配成悬液 ( $OD_{570\text{nm}} = 0.3$ ),取 3 mL 悬液于试管内冰浴,再加入 50 μL 待测样品,混匀后测其吸光度 ( $A_0$ ),然后将试管于 37℃ 水浴 30 min 后取出,冰浴 10 min 终止反应,测吸光度 ( $A$ )。溶菌酶活力 =  $(A_0 - A) / A$ 。

### 1.5 酸性磷酸酶和碱性磷酸酶的测定

采用磷酸苯二钠法<sup>[7]</sup>。酸性磷酸酶以每 100 mL 血清在 37℃ 与底物作用 60 min,产生 1 mg 者定义为一个酶活力单位 (U)。碱性磷酸酶以每 100 mL 血清在 37℃ 与底物作用 15 min,产生 1 mg 酚定义为一个酶活力单位 (U)。

### 1.6 数据统计与分析

所得数据利用 Excel 进行单因素方差分析和 Duncan's 多重比较进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 酵母核苷酸对异育银鲫的生长效果

经过 76 d 的养殖,相对增重率、饲料系数和蛋白质效率的试验结果见表 2。

从表 2 可以看出, 随着酵母核苷酸添加量的增加, 异育银鲫的相对增重率和蛋白质效率有逐渐增加的趋势, 饲料系数有逐渐降低的趋势。与对照组相比, 酵母核苷酸添加量在 344 mg/kg 时, 异育银鲫的相对增重率和蛋白质效率显著升高 ( $P < 0.05$ ), 而饲料系数显著降低 ( $P < 0.05$ )。添加量在 430 mg/kg 时的相对增重率比对照组增加了 17.37%, 而饲料系数相应的降低了 12.31%。

## 2.2 酵母核苷酸对异育银鲫免疫酶活性的影响

添加 172 mg/kg 酵母核苷酸时, 异育银鲫的血清溶菌酶活力和碱性磷酸酶活力达到最高, 且与其它组差异显著 ( $P < 0.05$ ) (表 3)。而酸性磷酸酶在添加 258 mg/kg 时达到最高, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 3 酵母核苷酸对异育银鲫血清中酶活性的影响

Tab. 3 Effects of dietary yeast nucleotides on enzyme activity in serum of *C. auratus gibelio*

组别 (mg/kg)	溶菌酶 (U/mL)	碱性磷酸酶 (U/mg)	酸性磷酸酶 (U/mg)
0	0.017 ± 0.007 <sup>a</sup>	4.149 ± 1.377 <sup>a</sup>	1.040 ± 0.362 <sup>a</sup>
86	0.025 ± 0.008 <sup>b</sup>	3.891 ± 0.745 <sup>a</sup>	1.083 ± 0.160 <sup>a</sup>
172	0.033 ± 0.010 <sup>c</sup>	6.866 ± 0.687 <sup>b</sup>	1.157 ± 0.053 <sup>a</sup>
258	0.019 ± 0.007 <sup>a</sup>	4.852 ± 1.628 <sup>a</sup>	1.272 ± 0.043 <sup>a</sup>
344	0.016 ± 0.005 <sup>a</sup>	4.647 ± 1.081 <sup>a</sup>	1.096 ± 0.034 <sup>a</sup>
430	0.015 ± 0.004 <sup>a</sup>	3.468 ± 0.355 <sup>a</sup>	1.049 ± 0.064 <sup>a</sup>

注: 同列肩标字母相同者表示差异不显著, 不同者表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

## 3 讨论

### 3.1 饲料中添加核苷酸对异育银鲫生长的影响

核苷酸对机体的生长和发育起着重要的作用。生物体的脑、肝脏、骨髓等组织本身具有一定的合成核苷酸的能力, 但在快速生长发育、应激等条件下机体自身合成的核苷酸不能满足代谢需要, 必须由外源供给<sup>[8]</sup>。本实验在添加不同浓度的酵母核苷酸后, 异育银鲫相对增重率随添加浓度的增加而增加, 说明异育银鲫自身合成的核苷酸不能完全满足其生长代谢需要。在添加量达到 344 mg/kg 时与对照组出现显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 这与在饲料中添加 300 mg/kg 的核苷酸时, 显著促进了苏氏芒鲶<sup>[4]</sup>和大西洋鲟<sup>[5]</sup>的生长的报道基本上一致。

核苷酸进入体内后, 在消化道各种酶的作用下逐步分解成核苷、碱基等, 小肠的前部对核苷和碱基有较强的吸收能力<sup>[9]</sup>, 饲料中添加核苷酸能使肠道粘膜核酸和蛋白质含量显著增加, 并且能促进

肠绒毛的生长及提高肠壁厚度<sup>[10]</sup>, 同时核苷酸还能促进肠道微生物菌群的生长繁殖<sup>[11]</sup>和促进脂肪代谢<sup>[12]</sup>。这些可能就是核苷酸能够提高异育银鲫利用蛋白质的效率, 促进生长和降低饲料系数的原因。

### 3.2 饲料中添加核苷酸对异育银鲫免疫酶活性的影响

核苷酸对免疫酶活性的影响, 至今没有见到任何报道。在水产业上, 仅见到 Burrells 等<sup>[13]</sup>用添加了核苷酸的饲料饲喂鳗弧菌感染的虹鳟、传染性鲑贫血病毒感染的大西洋鲟和鲑、立克次氏体感染的银大麻哈鱼, 能显著降低虹鳟、大西洋鲟、鲑和银大麻哈鱼的死亡率, 但没有探讨其作用的机理。溶菌酶、酸性磷酸酶和碱性磷酸酶是生物体内三种与免疫活性有关的酶<sup>[14-15]</sup>。本实验从这三种与免疫活性有关的酶来探讨核苷酸对异育银鲫免疫活性的促进作用, 结果说明酵母核苷酸能增强异育银鲫的免疫活性。

本实验在酵母核苷酸添加量为 172 mg/kg 时异育银鲫溶菌酶活力和碱性磷酸酶活力最高, 高添加组并没有进一步增强免疫功能的作用, 可能是核苷酸之所以可促进免疫功能, 是因为参加免疫的大部分细胞不能合成足够的核苷酸, 从而影响了吞噬细胞等的分化、数目和活性, 因此必须依赖于外源提供, 而过度添加核苷酸并不能强化已处于正常状态下的免疫系统。总之, 核苷酸在水产中的应用及作用的机理仍有待于进一步研究。

## 4 结论

在饲料中添加酵母核苷酸, 可以促进异育银鲫的生长、降低饲料系数和增强免疫酶活性。添加量为 430 mg/kg 时, 相对增重率达到最大, 而饲料系数达到最小。添加量为 172 mg/kg 时血液中溶菌酶活力和碱性磷酸酶活力达到最高; 添加量为 258 mg/kg 时血液中酸性磷酸酶活力达到最高。结合生长和免疫酶两方面的考虑, 建议异育银鲫饲料中添加 344 mg/kg 的酵母核苷酸较为适宜。

### 参考文献:

- [1] 王兰芳, 乐国伟, 施用晖. 日粮核苷酸对早期断奶小鼠生长发育的影响 [J]. 无锡轻工业大学学报, 2003, 22(4): 18-22.
- [2] 冯尚连. 核苷酸和低聚糖对仔猪生产性能的影响 [J]. 中国饲料, 2000, 17: 14.
- [3] 吴庭才, 李银聚, 程相朝, 等. 添加外源核苷酸和氨基酸对

- 雏鸡生产性能的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2002, 9: 2~3.
- [4] 苗玉涛, 王安利. 核苷酸在苏氏芒鲶配合饲料中的应用效果 [J]. 广东饲料, 2005, 14(2): 36~37.
- [5] Burrells C, Williams P D, Southgate P J, *et al*. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds: 2. Effects on vaccination, salt water transfer, growth rates and physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar*L) [J]. Aquaculture, 2001, 199: 171~184.
- [6] Hulmark D, Steiner H, Rasmuson T, *et al*. Insect immunity: Purification and properties of three inducible bactericidal proteins from hemolymph of immunized pupae of *Hyalophora cecropia* [J]. Eur J Biochem, 1980, 106: 7~16.
- [7] 宋善俊. 临床医师手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1991. 185~187, 199~200.
- [8] Salati L M, Gross C L, Henderson L M, *et al*. Absorption and metabolism of adenine adenosine 5 - monophosphate, adenosine and hypoxanthine by the isolated vascularly perfused rat small intestine [J]. J Nutr, 1984, 114: 753~760.
- [9] Sonoda T, Tatibana M. Metabolic rate of pyrimidines and purines in dietary nucleic acids ingested by mice [J]. Biochem Biophys Acta 1978, 521: 55~56.
- [10] 邬小兵, 乐国伟, 施用晖. 肉仔鸡日粮外源核苷酸营养作用初探 [J]. 中国畜牧杂志, 2001, 37(5): 15~17.
- [11] Uauy R. Nonimmune system responses to dietary nucleotides [J]. J Nutr, 1994, 24: 157S~159S.
- [12] Lucchi D, Pita C, Faus M, *et al*. Effects of dietary nucleotides on the fatty acid composition of erythrocyte membrane lipids in term infants [J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 1987, 6: 568~574.
- [13] Burrells C, Williams P D, Fomo P F. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds: 1. Effects on resistance to disease in salmonids [J]. Aquaculture, 2001, 199: 159~169.
- [14] 刘华忠, 刘定忠, 赵学明. 复方中草药对彭泽鲫非特异性免疫功能的影响 [J]. 淡水渔业, 2004, 34(3): 31~32.
- [15] 王鑫, 马桂荣, 郑宝灿, 等.  $SJ^3$  益生菌对小白鼠体重及其单核吞噬细胞功能的影响 [J]. 微生物学报, 1995, 35(6): 455~459.