

文章编号: 1674 - 5566(2010)06 - 0798 - 07

添加外源脂肪酶对瓦氏黄颡鱼的生长、 消化酶及血清生化指标的影响

谷金皇¹, 杨毅^{1,2}, 冷向军¹, 吴江²

(1. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306; 2. 通威股份水产工程技术中心, 四川 成都 610081)

摘要: 为考察添加脂肪酶制剂对瓦氏黄颡鱼生长、消化酶以及血清生化指标的影响,在基础饲料中分别添加 0 mg/kg、100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 脂肪酶制剂,饲喂平均体重(3.47 ± 0.05) g 的瓦氏黄颡鱼 90 d。试验结果表明:添加脂肪酶 100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 组分别比对照组增重率提高 3.86% ($P > 0.05$)、9.29% ($P < 0.05$)、6.75% ($P > 0.05$),饲料系数降低了 3.17% ($P > 0.05$)、6.35% ($P < 0.05$)、5.29% ($P < 0.05$)。同时添加脂肪酶各组的血清甘油三酯、低密度脂蛋白和总胆固醇含量都显著低于对照组 ($P < 0.05$),通过消化酶测定表明,脂肪酶添加各组均显著提高了胰蛋白酶和肠淀粉酶活性 ($P < 0.05$),100 mg/kg 脂肪酶组还显著提高了胰脂肪酶和胰淀粉酶 ($P < 0.05$),300 mg/kg 脂肪酶组胰脂肪酶活性最高 ($P < 0.05$)。上述研究表明,脂肪酶在瓦氏黄颡鱼饲料中的适当添加量为 300 mg/kg 为宜。

关键词: 瓦氏黄颡鱼; 脂肪酶; 生长; 消化酶; 血清生化指标

中图分类号: S 963.1 文献标识码: A

Effect of adding lipase in diet on growth performance, digestive enzyme and serum biochemical indexes of *Pseudobagru vachelli*

GU Jin-huang¹, YANG Yi^{1,2}, LENG Xiang-jun¹, WU Jiang²

(1. Fisheries and Life Science College, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Aquicultural Engineering and Technique Research Center, Tongwei Co., Ltd, Chengdu 610081, China)

Abstract: This study was conducted to evaluate the effect of lipase enzyme preparation additive to *Pseudobagru vachelli* diet on growth performance, digestive enzyme and serum biochemical indexes. *P. vachelli* with the average initial weight of (3.47 ± 0.05) g were randomly divided into four groups and fed on diets added with 0, 100 mg/kg, 300 mg/kg and 500 mg/kg lipase for 90 days. The test results showed that: growth rate of 100 mg/kg, 300 mg/kg and 500 mg/kg lipase additive groups was increased by 3.86% ($P > 0.05$), 9.29% ($P < 0.05$), 6.75% ($P > 0.05$), and the coefficient of feed decreased by 3.17% ($P > 0.05$), 6.35% ($P < 0.05$), 5.29% ($P < 0.05$). Compared with control group, the addition of lipase significantly lowered the contents of triglyceride and total cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol in blood ($P < 0.05$). The lipase activity of midintestine and trypsin activity were significantly higher than those

收稿日期: 2010-04-14

基金项目: 上海市重点学科建设项目(Y1101)

作者简介: 谷金皇(1984-),男,硕士研究生,专业方向为水产动物营养与饲料科学。E-mail: gujinhuang007@yahoo.com.cn

通讯作者: 冷向军, E-mail: xjleng@shou.edu.cn

of the control ($P < 0.05$). Meanwhile, the lipase and amylase activities of hepatopancreas significantly improved in the group with addition of 100 mg/kg lipase ($P < 0.05$). The lipase activity of hepatopancreas was highest with 300 mg/kg lipase additive. In conclusion, it showed that the addition of about 300 mg/kg might be helpful for improving the growth performance of *P. vachelli*.

Key words: *Pseudobagru vachelli*; lipase; growth; digestive enzyme; serum biochemical indexes

饲料脂肪是鱼类能量需求的重要来源。近年来,由于油脂价格不断攀升,如何提高饲料脂肪的利用率,减少油脂添加量,减少高油脂带来的危害如油脂氧化、脂肪肝^[1-6]等问题,成为人们关注的焦点。

脂肪酶功能是将脂肪水解为甘油一酯、甘油二酯和游离脂肪酸。是动物体内的一种重要消化酶。脂肪酶按其来源主要分为3类^[7]: (1) 动物源性脂肪酶,如猪、牛等胰脂肪酶提取物。(2) 植物源脂肪酶,如蓖麻籽、油菜等。(3) 微生物源性脂肪酶,如真菌、细菌。其中由于微生物源性脂肪酶适应性广、容易大规模生产而被广泛研究和应用。脂肪酶在饲料工业上的应用主要是在两方面:一方面作为脂类消化促进添加剂与胆汁酸、胆汁酸盐和多种乳化剂共同促进脂肪消化;另一方面与蛋白酶、淀粉酶等其它酶相互组合配伍形成复合酶制剂。在畜禽动物的研究表明,饲料中添加脂肪酶,可提高饲料中油脂的消化吸收率,促进动物的生长,减缓仔猪断奶营养应激^[8-9]。在水产上,已有将脂肪酶添加于饲料中应用于虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)^[10]和金头鲷(*Sparus aurata*)^[11]的报道,这些研究表明,脂肪酶应用于鱼类可以改善对脂肪的利用。但是相对于蛋白酶、淀粉酶等其他酶来说,脂肪酶的多样性、稳定性较差、底物不溶于水、提纯困难以及生产成本较高等特殊性增加了对其进行研究的难度,导致了对于脂肪酶的理论研究和应用研究的投入较其他酶类滞后^[12]。

为此,本文以瓦氏黄颡鱼为研究对象,在饲料中添加外源脂肪酶,考察对瓦氏黄颡鱼的生长、消化酶及血清生化指标的影响,探索最适添加量,为脂肪酶在淡水鱼饲料中的合理应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计及试验饲料

试验采用单因素梯度法设计,以基础饲料组

为对照组,试验组则在基础饲料上分别添加 100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 的脂肪酶制剂。饲料配方及具体成分如表 1。饲用脂肪酶(型号 LFK-900)由深圳绿微康生物工程有限公司提供,该脂肪酶通过微生物发酵提纯生产的,能耐受胃肠道的酸性条件以及 80~90℃ 的高温。饲料在通威四川公司制作,制粒温度为 85℃,加工成 2 mm 颗粒饲料。

1.2 试验鱼、试验地点以及养殖管理

试验用鱼为瓦氏黄颡鱼(*Pseudobagru vachelli*)幼鱼,购自四川省眉市某渔场,为同一批次同一规格的 3 cm 鱼种。养殖地点在四川通威水产科技公司工厂化养殖车间。经过 15 d 暂养之后进入正式试验,挑选体格健壮、规格一致的鱼种(3.47 ± 0.05) g 随机分为 4 组饲以不同的 4 种饲料,每组设 3 个重复,每个重复 220 尾鱼,试验鱼按体重 3%~5% 投饲,每天投喂 2 次,分别为 9:00 和 17:00。饲料的投喂遵循定点、定时、定量、定质的原则。正式试验于 2009 年 8 月 4 日开始至 11 月 02 日结束为期 90 d,养殖缸为玻璃钢圆桶,24 h 循环水处理,容积为 3.13 m³,试验期间水温 22.2~28.5℃,溶氧 7.6~10.8 mg/L, pH6.5~8.0。

1.3 采样和分析

经 90 d 饲养后,从每个平行组中随机取出 10 尾鱼,使用肝素钠抗凝,用 2.5 mL 注射器从尾静脉采血,离心(3 000 r/min, 10 min),取上层血清置于 -20℃ 冰箱冷冻保存备用。将采血后的鱼置于冰盘内,每尾称重并测体长。解剖分离出内脏,从中取出肝胰脏、肠道以及剥离肠脂,称内脏重、肝胰脏重及肠脂重。分离出肠道样品和肝胰脏样品于 -20℃ 冰箱中保存备用。

粗酶液制备:取出肠和肝胰脏样品,剔除附属物,取中肠,剖开肠道,除去内容物,用双蒸水冲洗,滤纸吸干,称重,按重量体积比(w/v)加入 9 倍量匀浆介质,匀浆,离心(12 000 r/min, 10 min),取上清液保存待测。

表 1 饲料配方和营养成分
Tab. 1 The formulation and nutrition composition of the experimental diets

饲料组成	脂肪酶添加量 (mg/kg)			
	0	100	300	500
进口鱼粉	20	20	20	20
豆粕	40	40	40	40
肉粉	7	7	7	7
啤酒酵母	5	5	5	5
磷脂粉	2.5	2.5	2.5	2.5
次粉	20.365	20.355	20.335	20.315
抗氧化剂	0.035	0.035	0.035	0.035
豆油	2	2	2	2
磷酸二氢钙	1	1	1	1
氯化胆碱	0.1	0.1	0.1	0.1
预混料	2	2	2	2
脂肪酶	0	0.01	0.03	0.05
合计	100	100	100	100
饲料营养成分(实测值)				
粗蛋白	40.6	40.5	41.0	41.0
粗脂肪	6.3	6.4	6.5	6.4
粗纤维	4.1	4.0	3.8	3.8
粗灰分	9.1	8.7	8.6	8.7

注: 0、100、300、500 分别代表基础饲料中添加 0 mg/kg、100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 的脂肪酶,下同。

饲养结束后,测定各组瓦氏黄颡鱼的体重。并计算特殊生长率、成活率、增重率以及饲料系数等。

$$S_1 = [\ln(W_F) - \ln(W_D)] \times 100/t \quad (1)$$

$$F = R/(W_F + W_D - W_1) \quad (2)$$

$$W_r = (W_F - W_1) \times 100/W_1 \quad (3)$$

$$P = (W_F - W_1)/(R \times A) \quad (4)$$

$$S_2 = N_F \times 100/N_1 \quad (5)$$

$$W_L = W_1 \times 100/W_0 \quad (6)$$

$$W_V = W_2 \times 100/W_0 \quad (7)$$

$$W_I = W_3 \times 100/W_0 \quad (8)$$

式中: S_1 为特殊生长率(%/d); F 为饲料系数(%); W_r 为增重率(%); P 为蛋白质效率(%); S_2 为存活率(%); W_L 为肝体比指数(%); W_V 为内脏比指数(%); W_I 为脂体比指数; W_1 为初均重(g); W_F 为末均重(g); W_D 为死亡鱼均重(g); t 为试验天数(d); R 为摄食量; A 为饲料中粗蛋白的含量(%); N_1 为实验开始时放鱼尾数; N_F 为实验结束时鱼尾数; W_1 为肝脏重(g); W_2 为内脏重(g); W_3 为肠脂重(g); W_0 为全鱼体重(g)。

1.4 指标检测内容和方法

使用测定生化指标试剂盒(南京建成生物工程公司)及血脂临床试剂(购自北京北化康

泰临床试剂有限公司)和 UV-752 型紫外可见分光光度计测定各项生化指标,每组各项指标均测定 3 个重复。具体指标内容和方法包括:肝胰脏及中肠的蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶;血清低密度脂蛋白(LDLC):选择性沉淀法;血清高密度脂蛋白(HDLC):选择性沉淀法;甘油三酯(TG):酶法;总胆固醇(TC):酶法;谷丙转氨酶(GPT):赖氏法;血清谷草转氨酶(GOT):赖氏法;超氧化物歧化酶(SOD):黄嘌呤氧化酶法;溶菌酶:比浊法。

脂肪酶单位定义:在 37 °C 条件下,每克组织蛋白在本反应体系中与底物反应 1 min,每消耗 1 μmol 底物为一个酶活力单位(U/g)。

蛋白酶单位定义:在 pH 8.0,37 °C 条件下,每毫克蛋白中含有的胰蛋白酶每分钟使吸光度变化 0.003 即为一个酶活力单位(U/mg)。

淀粉酶单位定义:组织中每毫克蛋白在 37 °C 与底物作用 30 min,水解 10 mg 淀粉为 1 个淀粉酶活力单位(U/mg)。

1.5 数据统计

采用 SPSS 17.0 统计软件对各组试验鱼生理和生化数据进行单因素方差分析,用 Duncan 氏法进行多重比较,显著性水平 P 采用 0.05。试验

数据用平均数 ± 标准差表示。

2 结果

2.1 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼生长指标的影响

从表 2 可知,饲料中添加脂肪酶后,100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 脂肪酶组饲料系数较对照组分别降低了 3.17% ($P < 0.05$)、6.35% ($P < 0.05$)、5.29% ($P < 0.05$),脂肪酶添加各组

均达到显著水平 ($P < 0.05$),增重率提高了 3.86% ($P > 0.05$)、9.29% ($P < 0.05$)、6.75% ($P > 0.05$),其中添加水平为 300 mg/kg 脂肪酶组的效果最好。添加脂肪酶各组和对照组的成活率、蛋白质效率均无显著差异 ($P > 0.05$)。

由表 3 可见,添加脂肪酶 100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg,均显著降低了肝体比 ($P < 0.05$);300 mg/kg 脂肪酶组显著降低了脏体比,100 mg/kg、500 mg/kg 脂肪酶组与对照组相比差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼生长指标的影响

Tab. 2 The effects of different levels of lipase in diet on the growth performances of *Pseudobagrus vachelli*

指标	脂肪酶添加量 (mg/kg)			
	0	100	300	500
初重 (g)	3.50 ± 0.10	3.47 ± 0.04	3.47 ± 0.02	3.45 ± 0.07
末重 (g)	22.87 ± 0.18 ^a	23.44 ± 0.98 ^{ab}	24.44 ± 0.56 ^b	23.82 ± 1.17 ^{ab}
饲料系数 (%)	1.89 ± 0.04 ^a	1.83 ± 0.04 ^b	1.77 ± 0.02 ^c	1.79 ± 0.05 ^{bc}
增重率 (%)	553.3 ± 16.1 ^a	574.7 ± 22.0 ^{ab}	604.7 ± 12.7 ^b	590.6 ± 45.6 ^{ab}
特殊增长率 (%)	2.09 ± 0.03 ^a	2.12 ± 0.04 ^{ab}	2.17 ± 0.02 ^b	2.15 ± 0.07 ^{ab}
蛋白质效率 (%)	1.35 ± 0.01 ^a	1.38 ± 0.05 ^a	1.41 ± 0.02 ^a	1.38 ± 0.03 ^a
成活率 (%)	95.6 ± 1.1 ^a	97.6 ± 0.7 ^a	97.3 ± 1.18 ^a	97.6 ± 1.9 ^a

注:同行间标字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$),下同。

表 3 添加不同水平的脂肪酶对瓦氏黄颡鱼组织器官百分比的影响

Tab. 3 The effects of different levels of lipase in diet on the relative weight of viscus of *Pseudobagrus vachelli*

指标	脂肪酶添加量 (mg/kg)				
	0	100	300	500	
内脏比	脏体比 (%)	10.94 ± 0.51 ^b	9.60 ± 0.83 ^{ab}	9.03 ± 0.62 ^a	10.17 ± 1.09 ^{ab}
	肝体比 (%)	2.56 ± 0.11 ^b	1.79 ± 0.10 ^a	1.83 ± 0.22 ^a	1.74 ± 0.13 ^a
	脂体比 (%)	3.72 ± 0.24 ^a	3.18 ± 0.34 ^a	3.01 ± 0.37 ^a	3.21 ± 0.44 ^a

2.2 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼血液生化指标的影响

从表 4 可以看出,添 100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 脂肪酶后,显著降低了血清中的总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白的含量 ($P < 0.05$),提高了 SOD 活性 ($P < 0.05$)。300 mg/kg 脂肪酶组的血清甘油三酯含量、低密度脂蛋白含量最低高密度脂蛋白含量最高,而 500 mg/kg 脂肪酶组的总胆固醇含量、谷丙转氨酶、谷草转氨酶活最低。另外,添加 300 mg/kg、500 mg/kg

的脂肪酶还显著提升了溶菌酶活性 ($P < 0.05$)。

2.3 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼消化酶的影响

由表 5 可以看出,添加脂肪酶 100 ~ 500 mg/kg,显著提高了胰蛋白酶、肠淀粉酶活性 ($P < 0.05$),但对肠蛋白酶、肠脂肪酶无显著影响 ($P > 0.05$);添加 100 mg/kg、300 mg/kg 脂肪酶,还显著提高了胰脂肪酶活性 ($P < 0.05$);此外,添加脂肪酶 100 mg/kg 还提高了胰淀粉酶活性 ($P < 0.05$)。

表 4 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼血液生化指标的影响

Tab. 4 The effects of different levels of lipase in diet on the serum biochemical indexes of *Pseudobagru vachelli*

指标	脂肪酶添加量 (mg/kg)			
	0	100	300	500
高密度蛋白 (mmol/L)	2.53 ± 0.14 ^a	2.66 ± 0.05 ^a	2.93 ± 0.08 ^b	2.73 ± 0.06 ^{ab}
总胆固醇 (mmol/L)	7.03 ± 0.03 ^a	5.45 ± 0.21 ^{bc}	6.05 ± 0.07 ^b	4.95 ± 0.04 ^c
低密度脂蛋白 (mmol/L)	3.71 ± 0.23 ^a	2.46 ± 0.42 ^b	2.24 ± 0.45 ^b	2.84 ± 0.43 ^b
甘油三酯 (mmol/L)	6.38 ± 0.02 ^a	5.81 ± 0.05 ^c	5.55 ± 0.12 ^d	6.03 ± 0.07 ^b
溶菌酶 (U/mL)	91.57 ± 12.75 ^a	107.63 ± 7.36 ^{ab}	117.27 ± 15.49 ^b	122.09 ± 12.13 ^b
谷丙转氨酶 (U/L)	17.77 ± 0.56 ^a	12.58 ± 1.37 ^{bc}	15.28 ± 0.75 ^{ab}	11.16 ± 2.46 ^c
谷草转氨酶 (U/L)	59.17 ± 4.03 ^a	43.67 ± 11.93 ^{ab}	50.26 ± 14.11 ^{ab}	33.06 ± 2.21 ^b
SOD (U/mL)	246.49 ± 15.30 ^a	309.87 ± 21.87 ^b	327.63 ± 20.68 ^b	320.9 ± 39.19 ^b

表 5 添加脂肪酶对瓦氏黄颡鱼消化酶指标的影响

Tab. 5 The effects of different levels of lipase in diet on the activities of digestive enzyme of *Pseudobagru vachelli*

指标	脂肪酶添加量 (mg/kg)			
	0	100	300	500
胰蛋白酶 (U/mg)	1 048.23 ± 21.55 ^a	1 425.38 ± 82.69 ^b	1 393.49 ± 64.30 ^b	1 420.73 ± 15.13 ^b
肠蛋白酶 (U/mg)	943.90 ± 32.22 ^a	996.22 ± 26.14 ^a	922.97 ± 33.37 ^a	940.95 ± 95.14 ^a
胰脂肪酶 (U/g)	44.54 ± 4.92 ^a	52.95 ± 4.67 ^b	53.38 ± 3.10 ^b	44.28 ± 5.98 ^a
肠脂肪酶 (U/g)	341.93 ± 47.48 ^a	376.47 ± 43.14 ^a	402.69 ± 15.50 ^a	387.77 ± 59.58 ^a
胰淀粉酶 (U/g)	194.30 ± 4.76 ^a	275.45 ± 19.70 ^b	205.61 ± 19.23 ^a	237.69 ± 50.47 ^{ab}
肠淀粉酶 (U/g)	2 868.53 ± 248.69 ^a	4 486.15 ± 473.96 ^c	3 801.71 ± 345.03 ^{bc}	3 234.72 ± 575.86 ^b

3 讨论

3.1 添加脂肪酶对脂肪消化和生长性能的影响

添加外源脂肪酶能促进脂肪的消化。Dierick 等^[13]在动物油脂脂肪源的猪日粮中添加 0.05% 微生物源脂肪酶显著提高了低链脂肪酸 (如 C6 : 0, C14 : 0)、干物质、粗蛋白、粗灰分和消化能的表观消化率 ($P < 0.05$)。饲料中添加 0.05% 微生物源脂肪酶后,仔猪前肠内容物的中链脂肪酸、游离脂肪酸含量分别比对照组提高 104%、116% ($P < 0.01$)^[14]。Tan 等^[15]在含全脂米糠、高油玉米、干苜蓿粉、血粉、饼粕等的肉鸡饲料中添加 0.1% 外源脂肪酶,表观消化能提高 5% ~ 11%,增重速度提高 4% ~ 10%,饲料利用率提高 2% ~ 7%。但在 Polin 等^[16]实验中,在含 4% 动物油的玉米基础日粮中添加 0.1% 猪胰脂肪酶粗提物,对白来航公鸡的脂肪消化率并无显著提高。

另外,饲料中加入脂肪酶在一定程度上也能促进生长。在畜禽上,Dierick^[14]报道在猪日粮中

添加 0.1% 微生物源脂肪酶,日均增重率显著提升 14.3% ($P < 0.01$),饲料转换率提高 5.4%。在对鳗鱼的研究中,添加 0.2% 的脂肪酶显著提高了鳗鱼的日增重 28.53% ~ 71.38%、提高饲料转化率 16.90% ~ 26.99%、降低了饵料系数 14.69% ~ 20.98%^[17]。在巨骨舌鱼 (*Arapaima gigas*) 日粮中添加 0, 0.05%, 0.1%, 0.2% 脂肪酶制剂,提高了增重率 29.3%、14.88%、65.9%,并提高了蛋白质效率^[18]。饲料中添加脂肪酶 0.2%,养殖大盖巨脂鲤 (*Colossoma macropomum*) 幼鱼 38 d,增重率比对照组上升了 55.1% ($P < 0.05$)^[19]。本实验中,添加 300 mg/kg 的脂肪酶,显著提高了增重率 9.29% ($P < 0.05$),降低了饲料系数 6.35% ($P < 0.05$)。试验表明,在瓦氏黄颡鱼饲料中添加脂肪酶,可在一定程度上改善瓦氏黄颡鱼的生长性能。

3.2 添加脂肪酶对血脂和血清非特异性免疫指标的影响

血清中脂类主要包括:磷脂、胆固醇、甘油三酯、非酯化脂肪酸 4 大类。血脂含量在一定程度上可以反映全身脂类代谢状况^[20-23]。血脂过高

可能导致脂肪沉积过低又不能维持脂类基本能量代谢。由表 4 中可见饲料中添加脂肪酶后血清总胆固醇、低密度脂蛋白、甘油三酯的含量与对照组相比有了一定程度的降低,其中显著降低了 100 mg/kg、300 mg/kg、500 mg/kg 组血清中的总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白的含量 ($P < 0.05$), 300 mg/kg 组的血清甘油三酯含量、低密度脂蛋白含量最低 ($P < 0.05$)。这表明,随着脂肪酶的加入,有利于瓦氏黄颡鱼的脂肪代谢,起到了加强脂肪动员和抑制脂肪合成的效果,促进了机体对脂肪的利用,从而降低了血液中胆固醇和甘油三酯的含量。其具体原因和途径尚不清楚,有待于今后进一步研究。

溶菌酶在防御病原入侵上起着重要的作用^[24]。SOD 超氧化物歧化酶具有催化超氧离子自由基进行歧化反应的功能,是机体清除氧自由基的重要抗氧化保护酶^[25]。血清 GOT 和 GPT 活力的增减可反映肝脏功能^[26]。本试验结果显示,添加脂肪酶后,溶菌酶、SOD 活性均显著增强 ($P < 0.05$),添加 500 mg/kg 脂肪酶后谷丙转氨酶、谷草转氨酶显著低于对照组 ($P < 0.05$),表明脂肪酶的添加可能主要通过促进肝脏脂类代谢实现,在一定程度上能增强鱼体的非特异性免疫功能。其原因尚待深入研究。

3.3 外源脂肪酶作用机制及可能途径

现有研究结果表明,外源脂肪酶对脂肪代谢的影响和作用机制可能是多途径的。幼鱼消化系统不完善,胆汁、脂肪酶分泌不足而且肠道比较短导致对脂肪的吸收率较低。体外试验表明,低剂量的胃蛋白酶不影响猪源性脂肪酶和微生物源性脂肪酶的活^[26]。外源酶来源于微生物或植物,与体内消化酶的结构和最佳作用条件不一致,因此不存在反馈性抑制,可能还具有协同作用^[9]。因此添加外源脂肪酶能补充内源脂肪酶的不足,增强酶的活性,还有可能对内源消化酶的分泌还有一定的促进作用,因而有利于鱼类营养成分的消化分解和吸收利用。也有研究认为适量添加脂肪酶能部分释放中链脂肪酸,这些中链脂肪酸能抑制肠道有害微生物,改善肠道菌落环境,从而促进消化,起到类似抗生素的作用。由此推测,脂肪和脂肪酶的合理组合可能代替抗生素的使用^[14]。该研究从改善肠道微生物这一途径探寻脂肪酶的效应,为我们提供了新的研究

方向。

参考文献:

- [1] 冯健,刘永坚,刘栋辉,等.红姑鱼日粮脂肪水平和脂肪酸比例与脂肪肝病关系研究[J].海洋科学,2004,28(6):28-31.
- [2] Nanton D A, Lall S P, McNiven M A. Effects of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L) [J]. Aquaculture Research, 2001,32: 225-234.
- [3] Rodriguez C. Influence of the EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larval development [J]. Aquaculture,1997, 150: 77-89.
- [4] Russell P M, Davies S J, Gouveia A, et al. Influence of dietary starch source on liver morphology in juvenile cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L) [J]. Aquaculture Research, 2001, 32: 306-314.
- [5] Yang S D, Lin T S, Liou C H, et al. Influence of dietary protein levels on growth performance, carcass composition and liver lipid classes of juvenile *Spinibarbus hollandi* [J]. Aquaculture Research,2003, 34: 661-666.
- [6] 王兴强,段青源,麦康森,等.养殖鱼类脂肪肝研究概况[J].海洋科学,2002,26(7):36-39.
- [7] 王海燕,高秀华.脂肪酶的研究进展及其在饲料中的应用[J].饲料与畜牧,2007,28(6):12-16.
- [8] Owsley W F, Orr D E, Tribble L F. Effects of age and diet on the development of the pancreas and synthesis and secretion of pancreatic enzyme in the young pig [J]. J Ani Sci, 1986,63:497-504.
- [9] Inbarr J. Enzymes in animal feeding [J]. Milling, 1990,2: 28-34.
- [10] Koven W M, Kolkovski S, Tandler A, et al. The effect of dietary lecithin and lipase, as a function of age, on n-9 fatty acid incorporation in the tissue lipids of *Sparus aurata* larvae [J]. Fish Physiol. Biochem.,1993,10:357-364.
- [11] Troels S, Mai I, Ewen M. Influence of dietary recombinant microbial lipase on performance and quality characteristics of rainbow trout (*O. mykiss*) [J]. Aquaculture, 2001,194: 161-171.
- [12] 杨玉芝,孙秀玉,李燕舞,等.微生物脂肪酶与饲料营养[J].畜牧与兽医,2006,8(8):55-58.
- [13] Dierick N A, Decuyper J A. Influence of lipase and/or emulsifier addition on the ileal and faecal nutrient digestibility in growing pigs fed diets containing 4% animal fat [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2004, 84(12):1443-1450.
- [14] Dierick N A, Decuyper J A, Molly K, et al. The combined use of triacylglycerols (TAGs) containing medium chain fatty acids (MCFAs) and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet nutrition. II. *In vivo* release of MCFAs in gastric cannulated and slaughtered

- piglets by endogenous and exogenous Lipases, effects on the luminal gut flora and growth performance [J]. *Livestock Production Science*, 2002, 76: 1 - 16.
- [15] Tan S H, Thomas D V, Camden B J, *et al.* Improving the nutritive value of full-fat rice bran for broiler chickens using a lipase-based enzyme preparation [J]. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 2000, 13(3): 360 - 368.
- [16] Polin D, Wing T L, Pell K E. The effect of bile acids and lipase on absorption of tallow in young chicks [J]. *Poultry Sci*, 1980, 59: 2738 - 2743.
- [17] 韩国宝, 李平顺. 脂肪酶作为鳗鱼饲料添加剂的应用: 中国, 200710158433 [P]. 2008 - 05 - 21.
- [18] Nunes, É S S, CAVERO B A S, Pereira-Filho M, *et al.* Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui [J]. *Pesq agropec Bras*, 2006, 41(1): 139 - 143.
- [19] Silva, J A M, Pereira-Filho M, Cavero B A S, *et al.* Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) [J]. *Acta Amaz*, 2007, 37(1): 157 - 163.
- [20] Eisenbrg S. High density lipoprotein metabolism [J]. *Lipid Res*, 1984, 25: 10 - 17.
- [21] 孙明堂, 肖锦腾, 杨竹仙, 等. 食物对大鼠血清胆固醇和肝脂质的影响 [J]. *营养学报*, 1982, 4(9): 45.
- [22] 康格菲. 临床生物化学和生物化学检验 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1998, 76 - 84.
- [23] 林浩然. 鱼类生理学 [M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1999: 185 - 188.
- [24] Lin L, Zeng X L, Zhang J. Effect of profenofos poisoning on liver lipid peroxidation and liver function in rabbits [J]. *Chinese Journal of Clinic Rehabilitation*, 2004, 8(21): 4380 - 4381.
- [25] 鄢庆彬, 苏永全. 口服免疫添加剂对养殖大黄鱼免疫机能的初步研究 [J]. *集美大学学报*, 2001, 6(2): 134 - 137.
- [26] Kermanshahi, H Maenz D D, Classen H L. Stability of Porcine and Microbial Lipases to Conditions that Approximate the Small Intestine of Young Birds [J]. *Poultry Science*, 1998, 77: 1671 - 1677.