

## 4 种不同脂肪源对太平洋鲑生长和体组成的影响

冯 健 覃志彪

(广西大学动物科技学院, 南宁 530005)

**摘要:**在日粮中添加 11.5% 的 4 种不同来源脂肪饲养 180 尾初始重约为 110g 的太平洋鲑 (*Oncorhynchus spp.*) 于水泥池中 56d。实验分 4 组, 每组 3 个平行池, 每池 15 尾鱼。研究日粮中 4 种不同来源脂肪对淡水养殖太平洋鲑生长性能、体组成与品质的影响。4 组脂肪源分别为鱼油 (实验 1 组)、大豆油 (实验 2 组)、大豆磷脂 (实验 3 组) 和玉米油 (实验 4 组)。实验表明: (1) 实验各组太平洋鲑存活率相似, 但大豆磷脂组的特定生长率显著好于鱼油组、大豆油组和玉米油组 ( $P < 0.05$ ), 其特定生长率分别提高了 27%、23% 和 21%。其次为添加大豆油和玉米油, 但与鱼油组无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。大豆磷脂组、大豆油组和玉米油组的饲料效益显著好于鱼油组 ( $P < 0.05$ ); (2) 大豆油组、大豆磷脂组和玉米油组太平洋鲑肠系膜脂肪与肝脏脂肪含量不同程度低于鱼油组, 而肌肉中脂肪含量不同程度低于鱼油组; (3) 实验各组太平洋鲑肝脏脂肪、肌肉脂肪和肠脂中总多不饱和脂肪酸组成基本相似, 但玉米油组、大豆磷脂组和大豆油组太平洋鲑总 n-3 多不饱和脂肪酸比例较鱼油组显著下降, 而总 n-6 系多不饱和脂肪酸比例显著提高 ( $P < 0.05$ ); (4) 玉米油组、大豆磷脂组和大豆油组太平洋鲑血浆中脂肪分解酶、甘油三酯和高密度脂蛋白指标较鱼油组不同程度上升; (5) 实验各组太平洋鲑解剖组织学检查未见异常病理变化。实验结果表明, 淡水养殖条件下, 太平洋鲑日粮中脂肪以添加大豆磷脂的生长性能最好, 大豆油、玉米油和鱼油效果相似, 添加玉米油、大豆磷脂和大豆油均不影响太平洋鲑健康状况和品质。

**关键词:**太平洋鲑; 营养; 油脂; 生长

**中图分类号:** S965.232 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2006)03-0256-06

太平洋鲑是世界范围内广泛养殖, 具有较高营养价值与商品价值的鱼类, 属于典型的冷水鱼类, 可在咸淡水中生长。在世界主要养殖地区均为海水养殖, 但我国沿海夏季海水温度明显高于该鱼的适宜生长水温, 不适宜常年养殖该鱼。而在国内部分水温较低的水域 (湖泊、水库、江河与地下水) 已有常年人工养殖太平洋鲑。但淡水养殖的太平洋鲑普遍存在生长速度慢, 难以达到国际商业标准体重 (4—8kg) 的问题, 影响了养殖经济效益。一般认为, 在太平洋鲑的饲料中添加的脂肪可以节约日粮蛋白, 对提高生长速度和商品质量有重要意义。在海水养殖环境下, 一般太平洋鲑日粮中应添加鱼油为主要脂肪, 因为鱼油富含海水鱼所必需的 C20:5 和 C22:6 脂肪酸。而淡水鱼所必需的为 C18:2 和 C18:3 脂肪酸 (亚油酸与亚麻酸)<sup>[1,2]</sup>。在淡水养殖的模式下, 不同脂肪对太平洋鲑生长性能的影响尚无相关报道。本实验研究了淡水养殖太平洋鲑鱼

对鱼油、大豆油、大豆磷脂和玉米油 4 种不同的脂肪原料对其生长性能的影响, 其目的是探索淡水养殖太平洋鲑日粮的适宜脂肪来源, 为饲料生产提供相关的基础理论与数据。

### 1 材料与方法

**1.1 试验日粮** 共设计 4 组试验日粮 (表 1), 分别为 (1) 鱼油组、(2) 玉米油组、(3) 大豆磷脂组、(4) 大豆油组。试验日粮组成和其营养标准参照文献<sup>[3]</sup>。基础试验日粮由 30% 秘鲁鱼粉、23.5% 玉米蛋白粉、9% 大豆粕、19% 面粉、3% 沸石粉、2% 褐藻酸钠、1% 复合矿物盐、1% 复合维生素组成<sup>[3]</sup>。在基础试验日粮中分别添加 11.5% 的鱼油、玉米油、大豆磷脂和大豆油。鱼油为秘鲁精炼海水鱼油, 玉米油、大豆油为红灯油脂有限公司精炼商品, 大豆磷脂为哈尔滨绿原饲料有限公司生产, 4 种脂肪原料酸价均小于 1.5, 过氧化值小于 4.0。试验日粮蛋白质约为

收稿日期: 2004-12-09; 修订日期: 2005-07-14

基金项目: 广东自然科学基金 2001 (382) 资助

作者简介: 冯健, 男, 四川成都人, 德国慕尼黑大学动物营养学博士 (VMD)。研究方向: 鱼类营养学与养殖学, E-mail: ffj1108@163.com

38.5%,脂肪 15.1%,总糖 24.3%、粗纤维 1.3%、粗灰份 5.4%、消化能 16108.71kJ/kg(按蛋白质 18.76kJ/g,脂肪 35.45kJ/g,糖 14.59kJ/g 计算)。4种脂肪源中脂

肪酸组成见表1。饲料原料经粉碎过40目筛,用小型双螺杆制粒机(XY9710,华南理工大学制)制成直径为2mm的颗粒,置于-20℃冰箱中备用。

表1 鱼油、玉米油、大豆磷脂和大豆油中一些多不饱和脂肪酸组成(%)

Tab.1 The percentage of some polyunsaturated fatty acids (PUFA) in fish oil, corn oil, lecithin and soybean oil (%)

脂肪酸 Fatty acid	鱼油 Fish oil	玉米油 Corn oil	大豆磷脂 Lecithin	大豆油 Soybean oil
C 18:2	10.1	51.3	40.6	55.4
C 18:3	3.0	0.0	6.2	6.5
C 20+22	20.6	0.0	6.4	0.0
总计 Total	33.7	51.3	53.2	51.9

**1.2 饲养管理** 太平洋鲑由广东顺德华星饲料有限公司阳山实验鱼场提供。试验鱼平均初始体重约为110g,在水泥池(3×2×1.5m<sup>3</sup>)中暂养7d(暂养期按体重1%投喂广东顺德华星饲料有限公司太平洋鲑商业饲料)后开始正式实验,每个水泥池中放养15尾。每组设三个平行重复水泥池,每天投喂二次,分别为9:00和16:00,投饲率为总体重的1.5%—3%。每2周称重一次,调整投饲量。饲养期为56d。每天换水1/3并记录水温。每天定时充气8—12h以保证水中溶解氧量,水温为14±3.0℃,溶解氧为7.85±0.21mg/L,pH7.1±0.1,氨氮为0.2±0.02mg/L。其水质条件为溶解氧为7.85±0.21mg/L,pH7.3±0.2,氨氮为0.2±0.02mg/L,总硬度为1.51±0.16,钙含量为25.8±0.2mg/L,亚硝酸盐为0.101±0.07mg/L,硝酸盐为0.110±0.014mg/L。

**1.3 样品采集和分析** 试验各组鱼每2周称重一次(图2),计算其相对生长率与饲料系数。实验结束后称取各水泥池鱼重,每池取2尾鱼,每个试验组共取6尾鱼。分别称重,测量其体长和全长,计算肥满度,取内脏称重计算内脏/躯体比,取肝脏称重计算肝/躯体比,剥离肠脂称重计算肠脂/躯体比,取血浆、肝脏、肠脂、背肌(鳃盖后端3cm处)样品-25℃急冻低温冷冻

保存。另取其同一部位肌肉烘干,测其蛋白、脂肪、灰份含量。各样品中的蛋白用微量凯氏定氮法测定,灰分用干法灰化法,肝脏、肠脂、肌肉和饲料脂肪含量测定采用甲缩醛-甲醇法。脂肪酸测定采用甲醇钠直接酯化法制备脂肪酸甲酯混合物,并加入十七酸甲酯作为内标物进行气相色谱法分析(HP5890)。使用日立7170自动生化测定仪测定血浆中多项生化指标,其方法参考日立血生化分析指南。每池取2尾鱼,每个试验组共取6尾鱼的肝、肾、背、肌、肠、心、脑、脾、鳃组织固定于福尔马林缓冲溶液中,石蜡固定,切片4μm,用H.E染色观察。

各试验组间数据统计分析采用SPSS11.5数据统计包对实验结果进行统计分析,先进行方差齐性分析,方差齐性则运用LSD法进行单因素方差多重比较,方差非齐性则采用Tamhane's T2法进行单因素方差分析,显著水平采用0.05,极显著水平采用0.01。

## 2 结果

### 2.1 太平洋鲑的存活率、特定生长率和饲料效益

饲养56d后,各组太平洋鲑的存活率相似,无显著性差异( $P>0.05$ )。实验结束时剖解可见,试验各组太平洋鲑眼观无大体病变。切片观察试验各组鱼

表2 太平洋鲑的初均重、末均重、特定生长率和饲料效益

Tab.2 The initial body weight (IBW), final body weight (FBW), specific growth rate (SGR), and feed efficiency (FE) in fish fed different diets

组别 Group	始重(g) IBW	末重(g) FBW	存活率(%) SR	特定生长率(%) RGR	饲料效益 FE
鱼油组 Fish oil	109.2 ±9.7	250.7 ±27.4	97.78 ±1.50	1.48 ±0.08 <sup>a</sup>	66.67 ±3.68 <sup>a</sup>
玉米油组 Corn oil	112.1 ±10.2	262.3 ±31.5	97.78 ±1.33	1.52 ±0.12 <sup>a</sup>	68.97 ±4.49 <sup>a</sup>
大豆磷脂组 Lecithin	111.7 ±9.8	295.7 ±37.5	97.78 ±1.52	1.74 ±0.09 <sup>b</sup>	82.65 ±5.79 <sup>b</sup>
大豆油组 Soybean oil	112.0 ±8.8	266.9 ±34.1	95.56 ±1.64	1.55 ±0.10 <sup>a</sup>	71.94 ±4.67 <sup>a</sup>

注:同一列数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异( $P<0.05$ )。存活率(%)=终末尾数/初始尾数×100,特定生长率(SGR)=100×(lnw<sub>2</sub>-lnw<sub>1</sub>)/t,饲料效益(FE)=100×(w<sub>2</sub>-w<sub>1</sub>)/C。其中w<sub>1</sub>代表各组鱼的总初重,w<sub>2</sub>代表各组鱼的总末重,t代表摄食时间,C代表总摄食量。

Note: Means with different superscripts within the same column are significantly different ( $P<0.05$ ). Survival rate (SR) % = (the number of fish at the end of test) - (the number of fish at the beginning of test) ×100, specific growth rate (SGR) % = 100 × (lnw<sub>2</sub> - lnw<sub>1</sub>) / t, feed efficiency (FE) = 100 × (w<sub>2</sub> - w<sub>1</sub>) / C. Where w<sub>1</sub> is the initial body weight of fish in each experimental group, w<sub>2</sub> is the final body weight of fish in each experimental group, t = feeding days of fish in each experimental group, C = feed intake of fish in each experimental group.

肝、肾、背肌、肠、心、脑、脾、鳃组织,未观察到有异常病理变化。但从表3可以看出大豆磷脂组太平洋鲑的特定生长率和饲料效益显著好于鱼油组、玉米油组和大豆油组( $P < 0.05$ ),其特定生长率分别提高了27%、23%和21%;其次为大豆油组和玉米油组,

但鱼油组与后2组间无显著性差异( $P > 0.05$ )。实验表明,在淡水养殖条件下,太平洋鲑日粮中添加大豆磷脂具有最好的生长效率和饲料报酬。添加大豆磷脂、玉米油、大豆磷脂和大豆油均不影响太平洋鲑健康状况和品质。

表3 太平洋鲑的肥满度、肠脂比、肝体比与肝脏脂肪含量

Tab. 3 The condition factor (CF), ratio of fat in mesentery/body (RFMB) and ratio of liver/body (RLB), content of lipid in liver (CLL) of fish fed different diets

组别 Group	肥满度 CF	肠脂比 RFMB	肝体比 RLB	肝脂肪含量 CLL
鱼油组 Fish oil	1.84 ± 0.15 <sup>a</sup>	3.17 ± 0.46 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.06 <sup>a</sup>	15.09 ± 1.33 <sup>a</sup>
玉米油组 Corn oil	2.04 ± 0.09 <sup>b</sup>	2.20 ± 0.31 <sup>b</sup>	0.99 ± 0.08 <sup>ab</sup>	13.45 ± 1.21 <sup>b</sup>
大豆磷脂组 Lecithin	2.02 ± 0.07 <sup>b</sup>	2.52 ± 0.29 <sup>b</sup>	1.08 ± 0.06 <sup>b</sup>	13.13 ± 1.56 <sup>b</sup>
大豆油组 Soybean oil	1.82 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.07 ± 0.36 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.07 <sup>a</sup>	12.43 ± 1.08 <sup>b</sup>

注:同一行数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异( $P < 0.05$ ) Note: Means with different superscripts within the same column are significantly different ( $P < 0.05$ )

## 2.2 太平洋鲑的肥满度、肠脂比、肝体比、肝脏脂肪含量

实验各组太平洋鲑的肥满度、肠脂比、肝体比、肝脏与背肌脂肪含量见表4。

从表4可以看出,大豆磷脂组与玉米油组太平洋鲑的肥满度与肝体比显著性高于鱼油组与大豆油组,而肠脂比显著性低于鱼油组与大豆油组;鱼油组肝脏脂肪含量显著性高于其他3组( $P < 0.05$ )。实验表明,添加大豆磷脂与玉米油日粮的太平洋鲑肠

系膜脂肪与肝脏脂肪含量较少,但肥满度较高。

## 2.3 太平洋鲑的肌肉水分、脂肪、蛋白质与灰份含量

各组太平洋鲑肌肉水分、脂肪、蛋白质与灰份含量见表4。从表4可以看出,大豆磷脂组与玉米油组太平洋鲑肌肉脂肪含量显著高于鱼油组与大豆油组( $P < 0.05$ ),而水分含量显著性低于鱼油组( $P < 0.05$ )。蛋白质含量实验表明,添加大豆磷脂与玉米油日粮的太平洋鲑鱼肌肉中脂肪含量较添加鱼油与大豆油日粮的太平洋鲑明显提高。

表4 太平洋鲑肌肉水分、脂肪、蛋白质与灰份含量(%)

Tab. 4 Chemical composition of the muscle of fish fed different diets (%)

组别 Group	水分 water	脂肪 lipid	蛋白质 protein	灰份 ash
鱼油组 Fish oil	72.9 ± 0.59 <sup>a</sup>	5.80 ± 0.19 <sup>a</sup>	17.95 ± 0.21 <sup>a</sup>	1.34 ± 0.03
玉米油组 Corn oil	71.7 ± 0.34 <sup>b</sup>	6.95 ± 0.21 <sup>b</sup>	17.66 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.05
大豆磷脂组 Lecithin	71.5 ± 0.61 <sup>b</sup>	6.74 ± 0.18 <sup>b</sup>	18.62 ± 0.27 <sup>b</sup>	1.36 ± 0.04
大豆油组 Soybean oil	71.2 ± 0.49 <sup>b</sup>	6.28 ± 0.20 <sup>a</sup>	18.60 ± 0.13 <sup>b</sup>	1.37 ± 0.03

表注同表3。Note: The same as Tab. 3.

## 2.4 太平洋鲑的肝脏脂肪、背肌脂肪和肠脂中脂肪酸比例

各组太平洋鲑的肝脏脂肪、背肌脂肪和肠脂中总饱和脂肪酸(SFA)、总单不饱和脂肪酸(MUFA)、总多不饱和脂肪酸(PUFA)、总系多不饱和脂肪酸( $n-6$ PUFA)和总 $n-3$ 系多不饱和脂肪酸( $n-3$ PUFA)比例见表5。从表5可以看出,实验各组太平洋鲑肝脏、背肌、肠系膜脂肪中总饱和脂肪酸、总单不饱和脂肪酸、总多不饱和脂肪酸组成基本相似,但鱼油组总 $n-3$ 系多不饱和脂肪酸比例显著高于其他3组,而总 $n-6$ 系多不饱和脂肪酸比例显著

低于其他3组。实验表明,在太平洋鲑鱼日粮中添加玉米油、大豆磷脂和大豆油较添加鱼油显著提高了鱼体总 $n-6$ 系多不饱和脂肪酸比例,降低了总 $n-3$ 系多不饱和脂肪酸比例。

## 2.5 太平洋鲑血浆生化指标的变化

各组太平洋鲑血浆中脂肪分解酶、谷草转氨酶、胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白指标见表6。从表6可以看出,实验各组血浆中谷草转氨酶、甘油三酯、胆固醇指标无明显差异,大豆磷脂组与大豆油组太平洋鲑鱼血浆中脂肪分解酶显著高于玉米油组与鱼油组,鱼油组甘油三酯低于其他

3 组,但无显著差异,高密度脂蛋白显著低于其他 3 组,低密度脂蛋白显著低于玉米油组与大豆油组 ( $P < 0.05$ )。实验表明,在太平洋鲑日粮中添加在太平

洋鲑鱼日粮中添加玉米油、大豆磷脂和大豆油较添加鱼油不同程度提高了太平洋鲑鱼血浆中脂肪分解酶、甘油三酯和高密度脂蛋白指标。

表 5 太平洋鲑肝脏脂肪、背肌脂肪和肠系膜脂肪中脂肪酸比例 (%)

Tab. 5 The ratios of fatty acids in lipid of liver, back muscle and mesentery of fish fed different diets (%)

组织 Tissue	组别 Group	SFA	MUFA	PUFA	n-6PUFA	n-3PUFA
肝脏 Liver	Fish oil	28.9 ±3.1	28.4 ±3.3	41.7 ±2.9	14.5 ±1.0 <sup>a</sup>	27.2 ±2.7 <sup>a</sup>
	Corn oil	30.0 ±3.3	28.7 ±2.3	40.1 ±4.5	18.2 ±2.3 <sup>b</sup>	21.9 ±2.2 <sup>b</sup>
	Lecithin	33.4 ±2.8	27.5 ±2.9	38.6 ±4.0	16.7 ±1.8 <sup>a,b</sup>	21.9 ±1.8 <sup>b</sup>
背肌 Muscle	Soya oil	29.8 ±2.7	25.2 ±2.8	44.6 ±3.6	17.9 ±1.5 <sup>b</sup>	26.7 ±2.0 <sup>a</sup>
	Fish oil	39.5 ±3.8	34.3 ±3.1	25.4 ±2.1	9.7 ±1.1 <sup>a</sup>	15.9 ±1.2 <sup>a</sup>
	Corn oil	34.5 ±3.0	37.9 ±4.6	27.6 ±2.9	18.3 ±2.3 <sup>b</sup>	9.3 ±0.8 <sup>b</sup>
肠系膜 Mesentery	Lecithin	36.3 ±3.5	36.8 ±2.8	26.2 ±3.1	16.4 ±2.2 <sup>b</sup>	9.8 ±1.1 <sup>b</sup>
	Soya oil	34.6 ±4.2	35.9 ±3.7	26.4 ±3.0	15.0 ±0.9 <sup>b</sup>	11.4 ±1.8 <sup>b</sup>
	Fish oil	56.7 ±6.1	14.4 ±1.1 <sup>a</sup>	28.3 ±3.2	18.6 ±2.3 <sup>a</sup>	9.7 ±1.0 <sup>a</sup>
	Corn oil	54.2 ±5.3	11.2 ±1.5 <sup>b</sup>	33.9 ±3.5	26.8 ±2.9 <sup>b</sup>	7.1 ±0.7 <sup>b</sup>
	Lecithin	52.5 ±5.0	12.3 ±1.8 <sup>a,b</sup>	34.7 ±4.2	27.4 ±3.7 <sup>b</sup>	7.3 ±0.6 <sup>b</sup>
	Soya oil	51.2 ±6.4	14.4 ±1.4 <sup>a</sup>	32.9 ±2.9	25.1 ±2.3 <sup>b</sup>	7.8 ±0.7 <sup>b</sup>

表注同表 3。Note: The same as Tab. 3.

表 6 实验各组太平洋鲑血浆的生化指标

Tab. 6 Biochemical index of plasma of fish fed different diets

组别 Group	鱼油组 Fish oil	玉米油组 Corn oil	大豆磷脂组 Lecithin	大豆油组 Soybean oil
脂肪分解酶 LIPA (μ/L)	115 ±26 <sup>a</sup>	126 ±27 <sup>a</sup>	190 ±31 <sup>b</sup>	221 ±39 <sup>b</sup>
谷草转氨酶 AST (μ/L)	235 ±71	246 ±62	157 ±49	217 ±81
甘油三酯 TG (n mol/L)	2.78 ±0.61	3.71 ±0.75	3.86 ±0.66	3.83 ±0.91
胆固醇 CHOL (n mol/L)	5.58 ±0.64	5.79 ±0.51	5.16 ±0.82	5.40 ±0.43
高密度脂蛋白 HDL-C (g/L)	1.59 ±0.18 <sup>a</sup>	2.44 ±0.41 <sup>b</sup>	2.16 ±0.26 <sup>b</sup>	2.14 ±0.30 <sup>b</sup>
低密度脂蛋白 LDL-C (g/L)	0.58 ±0.11 <sup>a</sup>	0.88 ±0.23 <sup>b</sup>	0.54 ±0.09 <sup>a</sup>	1.04 ±0.20 <sup>b</sup>

表注同表 3。Note: The same as Tab. 3.

### 3 讨 论

3.1 在鱼类营养与水产商业饲料配方中,对脂肪的研究愈来愈受到重视。大量研究表明,作为能量物质和饲料原料,脂肪较淀粉对鱼类有更好的利用效率和节约日粮蛋白质的作用。近年来,对鲑鳟鱼、罗非鱼、草鱼等研究表明,在日粮中一定程度范围内提高日粮脂肪含量均可明显提高鱼类生长率、饲料报酬与蛋白效率。但不同的鱼类对日粮中不同脂肪原料的利用有较大的差异<sup>[4,5]</sup>。在鱼类日粮中添加脂肪原料必须考虑满足鱼类的必需脂肪酸种类与数量,如在海水养殖红姑鱼饲料中添加大量以玉米油为主的混合油和在淡水养殖罗非鱼饲料中添加大量的猪油,使日粮中必需脂肪酸严重缺乏,均可导致鱼

类利用日粮脂肪低下,脂肪肝病,生长缓慢与大量死亡<sup>[4-6]</sup>。

3.2 一般认为,淡水鱼类必需脂肪酸为亚油酸与亚麻酸,而海水鱼类必需脂肪酸为 n-3 系多不饱和脂肪酸中 C20:5 和 C22:6<sup>[7,8]</sup>。海水养殖鲑鳟鱼类时,日粮中必需脂肪酸为 C20:5 和 C22:6,在其缺乏时明显影响生长与健康状况<sup>[9]</sup>。本实验结果表明,添加鱼油后鱼体中 n-3 系多不饱和脂肪酸比例明显高于添加其他 3 种脂肪, n-6 系多不饱和脂肪酸比例明显低于添加其他 3 种脂肪,但日粮中添加玉米油、大豆磷脂与大豆油,太平洋鲑生长性能均不同程度好于添加鱼油,证实在淡水养殖条件下,日粮中并非仅仅 n-3 系 C20:5 和 C22:6 脂肪酸为太平洋鲑鱼必需脂肪酸,亚油酸与亚麻酸对太平洋鲑生长和脂肪

代谢同样具有重要作用,这从玉米油、大豆磷脂与大豆油组太平洋鲑的肝脏与肠系膜脂肪较少,肌肉中脂肪较多,血浆中脂肪分解酶、甘油三酯与高、低密度脂蛋白指标较高等现象中得到进一步证实。添加大豆油和玉米油的太平洋鲑其生长性能稍好添加鱼油,这可能与其脂肪能值和总不饱和脂肪酸比例高于鱼油有关。添加大豆磷脂日粮较添加鱼油、玉米油与大豆油太平洋鲑生长性能明显提高 20% 以上,其原因为大豆磷脂虽然能值较大豆油、玉米油低,但其中一半以上脂肪酸是以磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇等复合脂形式存在,除了提供鱼类能量需要外,在鱼体内脂质和其他营养物质的吸收、消化、转运与代谢过程中,也起到重要的生理功能作用<sup>[10,11]</sup>。

**3.3 实验各组太平洋鲑肌肉水分、脂肪、蛋白质与灰份含量指标表明**,添加玉米油、大豆磷脂与大豆油后,太平洋鲑鱼肌肉中脂肪含量较添加鱼油均不同程度上升,说明添加玉米油、大豆磷脂与大豆油后并未降低太平洋鲑品质。对实验各组太平洋鲑肝、肾、背肌、肠、心、脑、脾、鳃组织解剖组织学未观察到有异常病理变化,说明在日粮脂肪水平为 15% 左右时,添加大豆磷脂、大豆油、玉米油或鱼油均能保证太平洋鲑健康生长。综上所述,在淡水养殖条件下,太平洋鲑日粮中脂肪以添加大豆磷脂的生长性能最好,大豆油、玉米油和鱼油效果相似,添加玉米油、大豆磷脂和大豆油均不影响太平洋鲑健康状况和品质。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Argent J. McEvoy L Lipid nutrition of marine fish during early development :current status and further direction [J]. *Aquaculture*, 1999, **179**(4) :217—229
- [ 2 ] Ulati S. K. Ashes L R. Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation fat [J]. *Animal Feed Science and Technology*. 1999. **79**(15) :57—64
- [ 3 ] Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture National Research Council. Nutrient Requirements of Fish[M]. Washington :National Academy Press . 1993 :71
- [ 4 ] Rainuzzo J. Reitan K. The significance of lipids at early stages of marine fish :a review [J]. *Aquaculture* ,1997, **155**(2) :103—115
- [ 5 ] Sargent J. Bell G. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish [J]. *Aquaculture* ,1999, **177**(2) :191—199
- [ 6 ] Feng J, JIA G: Studies on the Fatty Liver Diseases Resulted from Different Levels in *Sciaenops ocellatus* Diets [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica* , 2005 ,29(1) :61—65. [冯健,贾刚:饲料中不同脂肪水平诱导鲈鱼脂肪肝病的研究.水生生物学报,2005,29(1):61—65]
- [ 7 ] Halver J E. Fish Nutrition[M]. (second edition) London :Academic Press. 2003 ,211—220
- [ 8 ] Koven W. , Barr Y. , Lutzky S. The effect of dietary arachidonic acid (20 4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae [J]. *Aquaculture*. 2001. **193**(1) :107—122
- [ 9 ] Rollin X, Peng J, pham D, *et al.* The effects of dietary lipid and strain difference on polyunsaturated fatty acid composition and conversion in anadromous and landlocked salmon (*Salmo salar*L.) parr [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 2003, **134**(2) :349—366
- [ 10 ] Geurden I. Marion D, Charlon N, *et al.* Comparison of different soybean phospholipidic fractions as dietary supplements for common carp. *Cyprinus carpio* larvae [J]. *Aquaculture* ,1998, **161**(1) :225—235
- [ 11 ] Fontagne S, Geurden I. Eacaffre A istological changes induced by dietary phospholipids in intestine and liver of common carp (*Cyprinus carpio*L.) larvae [J]. *Aquaculture* ,1998, **161**(1) :213—223

## EFFECTS OF FOUR DIETARY LIPIDS ON THE PERFORMANCE OF GROWTH AND BODY COMPOSITION IN PACIFIC SALMON, *ONCORHYNCHUS*

FENG Jian and QIN Zhi-Biao

(College of animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005)

**Abstract :** An 8-week growth experiment was conducted to test four lipids on Pacific salmon, *Oncorhynchus*. The fishes (initial body weight ca. 110g) in triplicate groups were fed with 11.5% of each lipid included into basic diet in cement ponds. The results showed that the survival rate (SR) of each group was similar, but the specific growth rate (SGR) of fish fed soybean lecithin diet were significantly higher than that of other three lipid groups ( $P < 0.05$ ), more than 27%, 23% and 21% to fish fed fish oil diet, soybean oil diet and corn oil diet, respectively. The feed efficiency (FE) of fish fed soybean lecithin diet, soybean oil diet and corn oil diet were significantly higher than that of fish fed fish oil diet ( $P < 0.05$ ). The contents of lipid in liver and mesentery of fish fed corn oil, soybean lecithin diet and soybean oil diet were in different degree lower than those of fish fed fish oil diet, but the contents of lipid in muscle were relatively higher than those of fish fed fish oil diet. The ratios of total polyunsaturated fatty acids ( $n-6$ -PUFA) in lipid of liver, muscle and mesentery of fish fed four lipid sources were slightly different, but the ratios of total  $n-3$  polyunsaturated fatty acids ( $n-3$ -PUFA) in lipid of liver, muscle and mesentery of fish fed corn oil, soybean lecithin diet and soybean oil diet were significantly lower than those of fish fed fish oil diet and the ratios of total  $n-6$  polyunsaturated fatty acids ( $n-6$ -PUFA) were significantly higher than those of fish fed fish oil diet ( $P < 0.05$ ). The indices of plasma of lipolyase (Lipa), cholesterol (CHOL), triglyceride (TG) and high density lipoprotein (HDL-C) in fish fed corn oil, soybean lecithin diet and soybean oil diet were in different degree higher than those in fish fed fish oil diet. No pathological changes were found in fish fed all four different lipid diets throughout the examinations of anatomy and histology. The experimental results indicate that soybean lecithin is optimal dietary lipid in Pacific salmon feeding with soybean oil and breeding in freshwater. Corn oil and fish oil showed same effect on the performance of growth. All four lipid diet did not show negative effects on health and quality to Pacific salmon.

**Key words :** *Oncorhynchus*; Nutrition; Lipid; Growth