

豆油代替鱼油对哲罗鱼稚鱼生长和体成分的影响

王炳谦, 徐奇友, 徐连伟, 贾钟贺, 尹家胜

(中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘要: 研究不同比例豆油取代粗制鱼油对哲罗鱼(*Hucho taimen*)稚鱼生长和体成分的影响。实验分4个组, 每组设3个重复, 每个重复100尾稚鱼(体质量7~8 g)。第1组(G1)为对照组, 添加15%鱼油, 第2组(G2)、第3组(G3)和第4组(G4)分别用5%、10%和15%豆油取代鱼油。实验进行8周。结果表明, 不同处理成活率和平均日增重差异不显著($P > 0.05$), 但随着豆油比例的增加, 特定生长率和肥满度都得到提高, G3和G4组特定生长率显著高于G1组($P > 0.05$); G4组肥满度显著高于G1组($P > 0.05$)。G3、G4组饵料系数显著降低($P < 0.05$)。不同处理体成分中水分、粗蛋白质和粗脂肪含量均差异不显著($P > 0.05$)。实验表明, 豆油作为脂肪源可以完全代替鱼油用于哲罗鱼稚鱼饵料生产。[中国水产科学, 2006, 13(6): 1 023-1 027]

关键词: 豆油; 哲罗鱼; 生长; 体成分

中图分类号: S963

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2006)06-1023-05

哲罗鱼(*Hucho taimen*)是生活于淡水中的凶猛肉食性冷水性鱼类, 栖息在低温(20℃以下)溪流里, 肉味鲜美、细嫩, 营养丰富。它的生长速度较快, 属于大型名贵鱼类, 一般个体质量在3 kg以上, 大个体可超过50 kg, 体长1 m以上, 具有较高的经济价值。目前, 该鱼的驯化养殖已经获得成功^[1]。

鱼油含有丰富的n-3 HUFA, 是鱼饲料中的主要脂肪来源。鱼油的生产主要靠海洋捕捞, 由于近年来海洋渔业资源下降, 鱼油的供应逐渐减少。同时由于鱼油易氧化, 其质量也很难保证, 寻找鱼油替代品作为鱼饲料的脂肪来源是非常必要的。已有研究证实, 在大西洋鲑(*Salmo salar*)饲料中用100%亚麻籽油取代鱼油未影响鱼的生长、存活率及饲料利用率^[2-3]。豆油来源广、质量稳定, 是一种很好的脂肪来源, 但对于哲罗鱼能否很好利用以及哲罗鱼必需脂肪酸的营养需要尚未见文献报道。本实验用不同比例的豆油取代鱼油, 研究其对哲罗鱼生长和体成分的影响, 旨在为豆油在哲罗鱼饲料中的应用提供理论依据, 同时也能为其他鱼类饲料中豆油取代鱼油提供参考资料。

1 材料和方法

1.1 材料

实验在黑龙江水产研究所渤海冷水性鱼类试验站进行。实验用鱼为人工繁育的哲罗鱼稚鱼, 体长10~11 cm, 体质量7~8 g。粗制鱼油为山东瑞丰鱼粉厂生产, 豆油产自哈尔滨三棵树粮库。

1.2 生长实验

采用单因子完全随机分组设计, 实验共设4组, 每组设3个重复, 每个重复100尾。基础饲料配方及营养成分含量见表1。不同饲料配方除脂肪来源不同外其他原料完全相同, 第1组(G1)为对照组, 饲料中添加15%鱼油, 第2组(G2)添加5%豆油和10%鱼油, 第3组(G3)添加10%豆油和5%鱼油, 第4组(G4)添加15%豆油。饲料中维生素和微量元素添加量参照虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)需要添加。饲料原料经微粉过80目筛, 用鼓型混合机混合后, 再用制粒机制粒, 前4周颗粒直径为1.5 mm, 后4周为3 mm, 置于-20℃冰箱中备用。

实验在室内玻璃钢水簇箱(直径90 cm, 水深45 cm)中进行。正式实验前, 实验鱼用对照组饲料饲喂7天使其适应实验环境。实验开始, 鱼饥饿

收稿日期: 2006-02-10; 修订日期: 2006-03-28.

基金项目: 国家十五攻关项目(2004BA526B0116).

作者简介: 王炳谦(1963-), 男, 副研究员, 从事鲑鳟鱼类养殖及育种研究.

通讯作者: 尹家胜(1960-). E-mail: xwsc20@tom.com

24 h,用苯氧乙醇(0.5 mL/L)麻醉,称量体质量和体长后放入水族箱中,每箱 100 尾。实验用水为涌泉水,每天测水温(11.5 ~ 17.5 ℃),每周测溶氧(7.8 ~ 10 mg/L)和流速(30 ~ 40 L/min)。每天手工投喂 3 次,投饲率为体质量的 2% ~ 3%,以饱食而没有剩料为标准,每天记录各个水族箱的投喂量。实验共进行 8 周,实验结束后,鱼禁食 24 h,然后逐尾测量体长和体质量。

1.3 体成分测定

实验开始选 15 尾鱼,实验结束后每个处理组取 12 尾鱼,麻醉致死,分别测量体长和体质量,放入冰箱(-20 ℃)冷冻备用。之后测定鱼体初始水分含量,绞碎制样,用恒温干燥法(105 ℃)、凯氏定氮法和索氏抽提法分别测定样品水分、粗蛋白质和粗脂肪含量。

表 1 饲料配方及营养成分含量
Tab. 1 Formulation and nutritional composition of the experiment diets

Tab. 1 Formulation and nutritional composition of the experiment diets					%
成分 Composition	分组 Treatment				
	G1	G2	G3	G4	
原料 Ingredient					
次粉 Wheat shorts	12.5	12.5	12.5	12.5	
豆粕 Soybean meal	6.0	6.0	6.0	6.0	
血粉 Blood meal	5.0	5.0	5.0	5.0	
鱼粉 Fish meal	58.0	58.0	58.0	58.0	
鱼油 Fish oil	15.0	10.0	5	0	
豆油 Soy oil	0	5.0	10.0	15.0	
添加成分 Additive composition					
磷酸二氢钙 Calcium biphosphate	0.50	0.50	0.50	0.50	
鱼复合维生素 Vitamin premix ¹⁾	0.10	0.10	0.10	0.10	
鱼复合微量元素 Mineral premix ¹⁾	0.20	0.20	0.20	0.20	
大豆磷脂 Soy lecithin	1.80	1.80	1.80	1.80	
添加剂 Additive ²⁾	0.90	0.90	0.90	0.90	
营养成分 Nutritional composition					
水分 Moisture	6.49	6.56	6.48	6.51	
粗蛋白 Crude protein	46.30	46.30	46.30	46.30	
粗脂肪 Crude fat	19.65	19.65	19.65	19.65	
亚麻酸 C _{18:3 n-3}	0.23	0.56	0.89	1.22	
Σn-3	4.79	3.60	2.41	1.22	
亚油酸 C _{18:2 n-6}	0.50	3.10	5.69	8.29	

注:1)复合维生素和复合微量元素每 kg 饲料含有:60 mg DL-α-生育酚,5 mg 维生素 K,15 000 IU 维生素 A,3 000 IU 维生素 D₃,15 mg VB₁,30 mg VB₂,15 mg VB₆,0.5 mg VB₁₂,175 mg 烟酸,5 mg 叶酸,1 000 mg 肌醇,2.5 mg 生物素,50 mg 泛酸钙,0.7 g Mg,25 mg Fe,3 mg Cu,15 mg Mn,0.6 mg I.

2)添加剂包括(%):Vc,0.1;胆碱,0.2;抗氧化剂,0.025;防霉剂,0.05;甜菜碱,0.1.

Note:1)Vitamin and mineral premix(mg or IU/kg diet):60 mg DL-α-V_E,5 mg VK,15 000 IU VA,3 000 IU VD₃,15 mg VB₁,30 mg VB₂,15 mg VB₆,0.5 mg VB₁₂,175 mg niacin acid,5 mg folic acid,1 000 mg inositol,2.5 mg biotin,50 mg pantothenic acid,0.7 g Mg,25 mg Fe,3 mg Cu,15 mg Mn,0.6 mg I.

2)Additive(%):Vc,0.1;choline Hcl 0.2;antioxidant 0.025;antimildew,0.05;betain,0.1.

1.4 数据处理与统计分析方法

采用 SAS 8.2 ANOVA 过程进行方差分析和多重比较。所得数据用平均值 ± 标准差($\bar{x} \pm SD$)表示, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。实验指标计算方法如下:

- 1)特定生长率 $SGR = 100\% \times (\ln W_t - \ln W_i) / t$;
- 2)成活率 $SR = 100\% \times A_t / A_i$;
- 3)饲料系数 $FCR = F_w / (W_t - W_i)$;
- 4)肥满度 $CF = W_f \times 10^5 / BL^3 \times 100\%$;

5)脏体比 $VI = 100\% \times W_v/W_i$;

6)肝体比 $HIS = 100\% \times W_L/W_i$

式中, W_i : 实验结束体质量(g); W_i : 实验初始体质量(g); t : 实验时间(d); A_i : 实验结束尾数; A_i : 实验初始尾数; F_v : 投饲量; BL : 体长(cm); W_v : 内脏重(g); W_L : 肝重(g)。

2 结果

2.1 不同比例豆油取代鱼油对哲罗鱼生长性能的影响

如表2所示,用豆油取代鱼油对哲罗鱼稚鱼末

体长和末体质量未产生明显的影响($P > 0.05$),同G1相比G4和G3末体质量分别提高了6.11%和2.98%。不同处理间平均日增重差异不显著($P > 0.05$),但随着豆油添加比例的增加,日增重也随之提高。与G1相比,G4和G3特定生长率显著提高($P < 0.05$),分别提高11.96%和10.53%。同时,G4肥满度显著提高($P < 0.05$),G3也表现出提高的趋势。各实验组饵料系数都降低,其中G3和G4显著低于G1组($P < 0.05$)。不同处理之间成活率均较高,未表现出明显的差异。

表2 饲料中不同水平豆油对哲罗鱼生长性能的影响

Tab. 2 Effects of different level of soybean oil on growth performance of *Hucho taimen*

$\bar{X} \pm SD$

处理组 Treatment	初体质量/g Initial body weight	初体长/cm Initial body length	末体质量/g Finial body weight	末体长/cm Finial body length	平均日增重 /(g · d ⁻¹) Daily gain	特定生长率 SGR	肥满度/% Condition factor	成活率/% Survival rate	饵料系数 FCR
G1(Conl)	7.82 ± 0.51	10.64 ± 0.19	25.21 ± 0.43	15.32 ± 0.10	0.31 ± 0.00	2.09 ± 0.09 ^b	0.70 ± 0.03 ^b	100.00 ± 0.00	1.18 ± 0.03 ^a
G2	7.51 ± 0.96	10.46 ± 0.37	24.80 ± 1.89	15.22 ± 0.26	0.31 ± 0.02	2.14 ± 0.09 ^b	0.70 ± 0.03 ^b	98.33 ± 1.53	1.09 ± 0.02 ^{ab}
G3	7.09 ± 0.16	10.25 ± 0.09	25.96 ± 0.69	15.23 ± 0.25	0.34 ± 0.01	2.31 ± 0.03 ^a	0.74 ± 0.03 ^{ab}	98.67 ± 1.15	1.00 ± 0.03 ^b
G4	7.22 ± 0.17	10.33 ± 0.09	26.75 ± 2.39	15.09 ± 0.41	0.35 ± 0.04	2.34 ± 0.13 ^a	0.78 ± 0.02 ^a	98.33 ± 1.15	1.03 ± 0.11 ^b

注: 同列数据上标不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Within the same row, values with different superscripts are significantly different($P < 0.05$).

2.2 不同比例豆油取代鱼油对哲罗鱼体成分的影响

结果如表3所示,不同处理之间鱼体成分中水分含量、粗蛋白质和粗脂肪含量均差异不显著($P >$

0.05)。不同处理间肝体比差异不显著,但与G1相比G4表现出明显的提高趋势,G4脏体比也表现出提高的趋势,但G3却显著降低($P < 0.05$)。

表3 饲料中不同水平豆油对哲罗鱼体成分的影响

Tab. 3 Effects of different levels of soy oil on body composition of *Hucho taimen*

$\bar{X} \pm SD$; %

分组 Treatment	水分 Moisture	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	肝体比 VI	脏体比 HIS
G1(Conl)	77.68 ± 0.83	15.32 ± 0.77	3.86 ± 0.44	1.74 ± 0.22	9.61 ± 1.08 ^a
G2	77.65 ± 0.88	15.10 ± 0.67	3.45 ± 0.63	1.79 ± 0.21	9.25 ± 1.19 ^{ab}
G3	77.97 ± 0.72	14.99 ± 0.77	3.44 ± 0.62	1.82 ± 0.22	8.57 ± 1.08 ^b
G4	77.53 ± 0.69	15.23 ± 0.45	3.76 ± 0.39	1.90 ± 0.21	10.16 ± 1.01 ^a

注: 同列数据上标不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Within the same row, values with different superscripts are significantly different($P < 0.05$).

3 讨论

由于鱼油产量有限,其质量又不稳定,寻找适宜的替代脂肪受到广泛的关注。本实验在哲罗鱼稚鱼饲料中用 100% 豆油代替鱼油表现出非常好的效果,特定生长率和肥满度都显著提高($P < 0.05$)。对于植物油代替鱼油,其他一些研究也得到理想的结果。Torstensen 等^[7]用植物混合油(油菜籽油、棕榈油和亚麻籽油)100% 代替鱼油对大西洋鲑稚鱼的生长和死亡率没有产生影响。Gordon Bell^[8]等用油菜籽油 100% 代替鱼油对大西洋鲑生长和饲料利用率未产生影响。此外,一些植物油代替鱼油饲养鲑科鱼,包括虹鳟^[9]、褐鲑(*Salmo trutta*)^[10]、北极鳕(*Salvelinus alpinus*)^[11]、红点鲑(*Salvelinus fontinalis*)^[12]和大磷大麻哈鱼^[13]也进行了实验。对于温水鱼也得到同样的效果。Viegas 和 Contreras^[15]发现大盖巨脂鲤(*Colossoma macropomum*)仔鱼饲料中添加豆油和棕榈油与鱼油相比生长速度和饲料转化率相同^[14],对罗非鱼(*Oreochromis*)也有同样的效果,鲑鱼(*Parasilurus asotus*)饲料中添加棕榈油、椰子油、花生油和棉籽油与添加鳕鱼肝油相比生长效果更好^[16]。Ng 等^[17]也发现鲑鱼饲料中添加大豆油、玉米油和棕榈油与鳕鱼肝油产生同样的生长速度。刘玮^[18]用 6% 豆油和鱼肝油、花生油、菜油、猪油及其混合油饲喂团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)稚鱼,结果相对增重率、饵料系数和蛋白质效率都表现最好。这些研究均表明使用植物脂肪代替鱼油是可行的,但不同的植物脂肪其脂肪酸组成不同,不同的鱼利用也不一致,应根据鱼的种类选择适宜的脂肪源。

本研究中用豆油代替鱼油对体脂肪和体蛋白含量未产生影响,但豆油 100% 代替鱼油组肝体比和脏体比都表现出较其他组升高的趋势,这可能是该处理造成脂肪在肝脏沉积较多的原故,这也从另一方面证明哲罗鱼可以很好地利用豆油。对于植物油代替鱼油对体成分的影响其他学者也有报道,Menoyo 等^[19]用亚麻籽油完全代替鱼油对大西洋鲑最终体质量和脂肪含量也未产生影响。但 Bell 等^[11]研究表明,饲喂 100% 鱼油组,肌肉脂肪显著高于 50% 和 100% 棕榈油组,肌肉蛋白却相反,对于肌肉脂肪和蛋白的关系在鲑科鱼其他一些研究也被发现^[20-21]。产生结果的不同可能是不同的鱼对不同的脂肪源的沉积不同。

由于在世界范围鱼粉生产量的减少,鱼油的产

量自然也受到限制,因此在实际养鱼生产中应选用更多的豆油之类的植物性脂类替代鱼油,这是必然趋势。本实验中以豆油替代鱼油不仅未降低哲罗鱼稚鱼增重,反而特定生长率和饵料系数都得到提高,这对哲罗鱼饲料的生产是非常有意义的。

参考文献:

- [1] 徐伟,尹家胜,姜作发,等.哲罗鱼人工繁育技术的初步研究[J].中国水产科学,2003,10(1):26-30.
- [2] Bell J G, Henderson R J, Tocher D R, et al. Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: modification of flesh fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet [J]. Lipids, 2004, 39(3): 223-232.
- [3] Menoyo D, López-Bote C J, Obach A, et al. Effect of dietary fish oil substitution with linseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon [J]. J Anim Sci, 2005(83): 2 853-2 862.
- [4] Charles Barnham. Condition Factor, K, for Salmonid Fish [M]. Victoria: PSM & Alan Baxter, 2003. 1-3.
- [5] 王道尊. 不同脂肪源对青鱼生长的影响 [J]. 水产学报, 1989, 13(4): 70-74.
- [6] Takeuchi T, Watanabe T. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and chum salmon (*O. keta*) [J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1982(48): 1 745-1 752.
- [7] Torstensen B E, Bell J G, Rosenlund G, et al. Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend [J]. J Agric Food chem, 2005, 53(26): 10 166-10 178.
- [8] Bell J G, McEvoy J, Tocher D R, et al. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism [J]. J Nutr, 2001, 131: 1 535-1 543.
- [9] Greene D H S, Selivonchik K D P. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Aquaculture, 1990, 89: 165-182.
- [10] Arzel J, Martinez-Lopez F X, Metallier R, et al. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) raised in seawater [J]. Aquaculture, 1994, 123: 361-375.
- [11] Olsen R E, Henderson R J. Muscle fatty acid composition and oxidative stress indices in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in relation to dietary polyunsaturated fatty acid levels and temperature [J]. Aquac Nutr, 1997, 3: 227-238.
- [12] Guillou A, Soucy P, Khalil M, et al. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*)

- [J]. Aquaculture, 1995, 136:351 – 362.
- [13] Dosanjh B S, Higgs D A. Preliminary evaluation of canola oil, pork lard and marine lipid singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) [J]. Aquaculture, 1988, 68:325 – 343.
- [14] Viegas E M M, Contreras E S G. Effect of dietary crude palm oil and a deodorization distillate of soybean oil on growth of tambaqui (*Colossoma macropomum*) [J]. Aquaculture, 1994, 124:127 – 131.
- [15] Al – Owafeir M A, Belal I E H. Replacing palm oil for soybean oil in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed [J]. Aquacult Res, 1996, 27:221 – 224.
- [16] Legendre M, Kerdchuen N, Corraze G, et al. Larval rearing of African catfish, *Heterobranchius longifilius* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry [J]. Aquat Living Resources, 1995, 8:355 – 363.
- [17] Ng W-K, Tee M-C, Boey P-L. Evaluation of crude palm oil and refined palm olein as dietary lipids in pelleted feeds for a tropical bagrid catfish *Mystus nemurus* (Cuvier & Valenciennes) [J]. Aquacult Res, 2000, 31:337 – 347.
- [18] 刘 玮, 戴年华, 任本根, 等. 不同脂肪源饲料对团头鲂稚鱼生长的影响 [J]. 水产学报, 1997, 21(12):44 – 48.
- [19] Menoyo D, Lopez-Bote C J, Obach A, et al. Effect of dietary fish oil substitution with linseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon [J]. J Anim Sci, 2005, 83(12):2 853 – 2 862.
- [20] Reinitz G, Hitzel F. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition [J]. Aquaculture, 1980, 19:243 – 252.
- [21] Jokumsen A, Alsted N. Ørredvækst i relation til forholdet mellem protein og fedt i foderet. Medd [J]. Forsøgsgårdbruget, 1990, 80:1 – 15.

Effects of soybean oil as replacement of fish oil in diet on growth performance and body composition of juvenile *Hucho taimen*

WANG Bing-qian, XU Qi-you, XU Lian-wei, JIA Zhong-he, YIN Jia-sheng

(Heilongjiang River Fisheries Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin China, 150070)

Abstract: Dietary lipids are major source of energy and also provide essential PUFA for fish. But the resource of fish oil, which was the major source of dietary lipid, was scarce. So it's important to find a replacement for fish oil in aqua-feed. In this study, four treatments were designed and three replicates were set in each treatment, each with 100 juvenile fish (body weight 7 – 8 g) in each replicate. G1 was set up as the control group, with 15% fish oil added in, and treatments G2, G3 and G4 used 5%, 10% and 15% soybean oil respectively as the replacement of fish oil. The experiment was conducted for eight weeks. The results showed that there were no differences in survival rate (SR) and daily weight gain ($P > 0.05$) among different treatments, but specific growth rates (SGR) and condition factors were significantly improved when the soybean oil level was increased, and feed conversion ratio (FCR) decreased in G3 ($P > 0.05$) and G4 ($P < 0.05$); SGR increased in G4 and G3 significantly ($P < 0.05$) and condition factors increased significantly in G4. The moisture, crude protein and crude fat content of fish body were not different among different treatments ($P > 0.05$). The conclusion is that soybean oil can replace fish oil completely and can improve the production of juvenile *Huchotaimen*, which is very significant in feed producing of *H. taimen*. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(6): 1 023 – 1 027]

Key words: soybean oil; *Hucho taimen*; growth performance; body composition

Corresponding author: YIN Jia-sheng. E-mail: xwsc20@tom.com