



不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响*

EFFECT OF DIETS CONTAINING DIFFERENT LIPID SOURCES ON GROWTH OF BLACK CARP (*MYLOPHARYNEODOR PICEUS*)

王道尊 潘兆龙 梅志平

Wang Daozun, Pan Zhaolong and Mei Zhiping

(上海水产大学)

(Shanghai Fisheries University)

脂肪作为能量和必需脂肪酸的来源是鱼类生长的重要营养成分之一。鱼用配合饲料中不同种类脂肪及其含量多少对鱼类生长作用的研究开始较晚。近年来,国内外学者在这方面的研究日趋增多。竹内(1978)米(1978、1985)分别阐述了脂肪和必需脂肪酸对淡水鱼和海水鱼的营养价值;渡道(1976)等对鱼类的能量代谢进行了研究;T. C. Yu 和 O. Sinnhuber(1979)等研究了用牛油和鱼油作为银大麻哈鱼饲料中的能量来源的生长效果;Dosanjn(1988)报告了用猪油作为饲料脂肪源对大鳞大麻哈鱼生长的影响。Castell (1972) 等对饲料中必需脂肪酸对虹鳟的生长和饲料系数的影响进行了研究, T. C. Yu 和 O. Sinnhuber(1979)等报导了饲料中 ω_3 和 ω_6 脂肪酸对银大麻哈鱼生长和饲料系数的影响。我国王道尊(1987)等, 雍文岳(1935)等研究青鱼、草鱼对饲料中脂肪的需要量;王道尊(1986)进行了必需脂肪酸对青鱼生长影响的初步观察。但是,目前我国所应用的鱼用配合饲料对脂肪这一重要营养成分的种类的选择和含量的多少都不够重视。不同脂肪源的饲料对鱼类生长影响的研究尚未见报导。为此,我们进行了不同脂肪源饲料对青鱼生长影响的研究,为生产鱼用配合饲料,提供对脂肪这一营养成分的种类和含量方面的选择依据。

材料和方法

试验鱼取自本校养殖场的一令青鱼鱼种,每一组试验饲料采取平行组试验的方法,每20尾一组,饲

表1 不同脂肪源试验饲料的组成

Table 1 Composition of the experimental diets of different lipid sources

组分(%)	组 别			
	鱼油组	牛油组	豆油组	玉米油组
酪蛋白	35	35	35	35
明胶	5	5	5	5
脂肪	7	7	7	7
糊精	25	25	25	25
羧甲基纤维素	2	2	2	2
微晶纤维素	22	22	22	22
矿物混合剂	4	4	4	4
维生素混合剂	1	1	1	1
胆碱(另外添加量)	0.2	0.2	0.2	0.2
能量	3035.15	3143.71	3059.20	3104.60
C/P比	83.17	81.21	81.50	81
实测蛋白质	36.49	38.72	37.53	38.53
实测脂肪	6.39	6.61	6.21	6.28

* 徐玉升、钟傅明为上海水产大学淡水渔业专业1988届毕业生,参加过本项研究。

养于 60×48×80 厘米的单体循环自动控温的水族箱中。

试验饲料的马面鲷鱼油(上海鱼品加工厂生产,以下简称鱼油)、牛油、豆油和玉米油为脂肪源,各组试验饲料配方中的脂肪、蛋白质、碳水化合物、矿物混合剂、维生素混合剂和可消化能的含量相同(见表 1)均处于青鱼最适需要量的范围。

试验时间从 1988 年 4 月 13 日至 5 月 31 日,共七周。

日常管理: 试验开始时驯养一周,每天 8:00、10:30、14:30、18:30 分四次以鱼体重 3—5% 计算日投饲量。每日早晨排污一次,清除粪渣残饵,保持水质清新,水温为 24—25°C。各组试验饲料中加入 0.2% Cr₂O₃ 作为标志物,用间接法测定消化率。

结果和讨论

动物维持生命活动、生长、繁殖必须从食物中获得能量和养分。据研究,青鱼对饲料中蛋白质的最适需要量为 29.54—40.85%^[1], 脂肪为 3—8%^[2], 碳水化合物为 25—30% 最适能含量为 3296.5 千卡/公斤左右^[1]。本研究根据上述结果以鱼油、牛油、豆油和玉米油为脂肪源,配制四种试验饲料中蛋白质含量为 36.49%—38.72%、脂肪为 6.21—6.61%、碳水化合物为 25%,能含量为 3035.11—3143.7 千卡/公斤,能充分满足青鱼的营养需要。所以,四种试验饲料的营养成分中能影响青鱼生长的只有一个因素,即四种不同的脂肪源。

一、不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响

鱼油、牛油、豆油和玉米油组饲料对青鱼生长的影响结果见表 2。以增重为指标进行方差分析结果见表 3。

表 2 不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响

Table 2 Effects of the diets of different lipid sources on the growth of Black Carp

组 别	平均鱼体重量		死亡率 (%)	增重率 (%)	平均日间增重率 (%)	饲料系数 - 蛋白质效率	肥满度	
	开始(g/尾)	结束(g/尾)						
鱼油组	14.98	29.39	0	96.16	1.37	1.87	1.47	2.02
牛油组	10.84	20.98	0	94.24	1.34	2.08	1.24	2.10
豆油组	8.83	15.13	0	71.49	1.09	2.74	0.95	2.06
玉米油组	13.16	21.37	0	62.85	0.98	2.70	0.99	2.10

$$\bullet \text{ 平均日间增重率} = \left[\log \frac{\text{结束时平均体重}}{\text{开始时平均体重}} \right] \times 280 + \text{饲养天数}$$

表 3 四种不同脂肪源饲料对青鱼生长影响的方差分析

Table 3 ANOVA of effect of the diet of different lipid sourced on growth of Black Carp

变异来源	自由度	平方和	均方和	F 比
处 理	3	1.67	0.56	5.36(在 P<0.01 水平上达到显著)
误 差	68	7.07	0.10	
总 和	71	8.74		

从表 3 F 检验的结果表明: 四种不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响的差异是极显著的。可见马面鲷鱼油用作青鱼配合饲料的脂肪源比牛油、玉米油、豆油为佳,牛油饲料组的青鱼生长与玉米油、豆油组的青鱼

生长相比较差异也是极显著。而玉米油组和豆油组青鱼之间生长无显著差异。经多重比较表明,鱼油组生长显著优于牛油组、豆油组和玉米油组,牛油组又显著优于豆油组和玉米油组,而玉米油组与豆油组生长无显著差异。平均日间成长率鱼油组最高为 1.37,比牛油组、豆油组、玉米油组分别高 2.2%、25.7%、39.8%。蛋白质效率以鱼油组最高为 1.47,比牛油组、豆油组、玉米油组分别高 15.5%、55%、48.5%,玉米油组和豆油组蛋白质效率较接近。从上述各项分析结果可清楚看出,不同脂肪源饲料对青鱼生长有明显影响。这是由于脂肪质量不同,即不同脂肪源中,脂肪酸的种类不同所造成的。竹内(1978)、米(1978)、渡道(1976)对虹鳟、鲤鱼的研究结果表明:亚麻酸(18:3 ω 3),亚油酸(18:2 ω 6)和花生四烯酸(22:6 ω 3)是淡水鱼类的必需脂肪酸。在水产动物的油脂中含有丰富的鱼类必需脂肪酸,尤其是含有大量的 21:5 ω 3 和 22:6 ω 3 等 ω 3 系列的长碳链的多不饱和脂肪酸。据分析海水鱼如沙丁鱼肌肉脂肪中 ω 3 和 ω 6 系列的 18 碳原子以上的多不饱和脂肪酸含量达 33—38.4%,鲭鱼含量为 22.8%—33.1%,秋刀鱼为 64.5%。在植物性油脂中,豆油中亚油酸(18:2 ω 6)含量为 35—60%,玉米油中亚油酸含量为 44.5—60%,但 18 碳以上多不饱和脂肪酸含量很低,尤其是 ω 3 系列的多不饱和脂肪酸呈痕量。从上述学者报道的海水鱼肌肉中油脂的成分分析以及我们试验中鱼油组生长效果最明显的结果与渡道等^[10]报道的使用 ω 3 系列长碳多不饱和脂肪酸含量丰富的鱼油时,饲料中必需脂肪酸只需少量就可满足鱼类营养需要的结果是一致的。至于豆油组和玉米油组青鱼生长劣于鱼油组与苏野^[9]所提出的使用含有多量亚油酸植物油时,亚麻酸会产生与亚油酸的对抗阻碍作用的结论有关。总之在鱼用配合饲料中所使用的脂肪的质与量必须同时慎重考虑。

值得提出的是,牛油作为脂肪源的饲料对青鱼的生长效果仅次于鱼油组。牛油是硬化油,饱和脂肪酸含量高,亚油酸含量只占 3%左右,几乎不含有 18 碳以上多不饱和脂肪酸。由此可见为什么牛油作为饲料中脂肪源能产生较好的生长效果?它与多不饱和脂肪酸在体内脂肪代谢过程中相互关系如何?还必须进一步深入研究。

二、不同脂肪源饲料对青鱼肌肉生化成分的影响

鱼油、牛油、豆油和玉米油四组试验饲料经七周喂养后对青鱼肌肉生化成分的影响见表 4。从表 4 可见,肌肉中蛋白质、脂肪、碳水化合物、灰分、水分的含量试验前后相比较有较明显变化:鱼油组肌肉中蛋白质(干物质)含量增加最多为 11.04%,牛油组、豆油组和玉米油组肌肉中蛋白质(干物质)含量略有增加 10%左右。肌肉中脂肪(鲜物质)含量以四组饲料投喂的青鱼皆由试验前的 1.46%降到 0.75%左右,下降 50%左右,碳水化合物(鲜物质)含量由试验前的 1.63%下降到 0.32—0.47%。灰分含量略有上升。水分含量变化不大。蛋白质效率以鱼油组最高为 1.47,牛油组为 1.24,豆油组和玉米油组为 0.95,

表 4 不同脂肪源饲料对青鱼肌肉生化成分的影响
Table 4 Effect of diets of different lipid sources on the biochemical composition of the muscle of the black carp

成 份	组				别					
	开 始		鱼油组		牛油组		豆油组		玉米油组	
	干物质	湿 重	干物质	湿 重	干物质	湿 重	干物质	湿 重	干物质	湿 重
水分(%)		79.15		79.05		78.81		79.11		78.72
蛋白质(%)	80.13	16.71	89.12	18.64	88.54	18.71	88.52	18.50	88.41	18.82
脂肪(%)	6.99	1.46	3.49	0.73	3.75	0.79	3.75	0.78	3.46	0.74
碳水化合物(%)	7.81	1.63	1.56	0.32	1.85	0.39	1.92	0.40	2.19	0.47
灰分(%)	5.07	1.05	5.83	1.21	5.86	1.22	5.81	1.21	5.95	1.44

由上述分析测试结果可清楚看出用鱼油组饲料喂养的青鱼肌肉的生化组成与天然饵料——螺蛳为食的青鱼种肌肉生化组成^[1]基本接近。蛋白质效率高说明了鱼油中必需脂肪酸含量丰富,提高了饲料的营养价值,有利于鱼体蛋白质的合成与积累,促进了鱼类的生长。

三、不同脂肪源饲料对青鱼内脏生化组成的影响

青鱼内脏生化组成的分析结果见表 5。试验鱼种经过越冬以后,体内营养物质消耗较大。以不同脂肪源试验饲料喂养以后,营养条件的改善,使内脏生化成分发生变化。从表 5 可见,按鲜物质计水分下降 16%左右。蛋白质、灰分含量变化不大,而脂肪含量显著提高。鱼油组增高到试验前的 3.2 倍,牛油组增加到 3.8 倍,豆油组和玉米油组均增加到 1.5 倍左右。各试验组青鱼内脏碳水化合物含量与试验前相比含量均下降,但各组鱼之间差异较大。鱼油组碳水化合物含量最高为 3.4%,牛油组为 2.67%,豆油组和玉米油组含量最低为 1.95%。碳水化合物含量变化似与鱼油组试验饲料营养价值最高,促进肝脏合成与贮存糖原的代谢活动有关。

表 5 不同脂肪源饲料对青鱼内脏生化组成的影响
Table 5 Effect of diet of different lipid sources on the biochemical composition of the viscera of the Black Carp

组 别	成 份 (%)									
	水 分		蛋 白 质		脂 肪		碳 水 化 合 物		灰 分	
	干	湿	干	湿	干	湿	干	湿	干	湿
鱼 油 组	66.13	84.35	11.63	51.84	17.56	10.81	3.40	5.51	1.21	
牛 油 组	62.50	33.81	12.49	56.01	21.43	7.20	2.67	3.00	1.02	
豆 油 组	64.91	34.47	12.12	56.25	19.76	5.57	1.95	2.99	1.11	
玉 米 油 组	63.58	35.31	12.12	56.25	19.76	5.57	1.95	3.72	1.30	
开 始	78.01	48.57	10.63	25.69	5.65	20.23	4.45	3.72	1.30	

四、青鱼对四种脂肪源饲料的消化率

青鱼对四组试验饲料的总消化率与各营养成分的消化率见表 6。从表 6 所列的结果可见青鱼对鱼油、牛油、豆油和玉米油的消化率分别为 81.06%、77.4%、80.32% 和 89.72%。有些学者认为鱼类脂肪的消化率与脂肪的熔点高低有关。即油脂熔点低的比熔点高的容易消化,饲料中脂肪含量高或低时,都有较高的消化率。而脂肪酸的种类不同,在鱼体内的消化率也不同。在饱和脂肪酸方面,碳链短的比碳链长的容易消化。碳原子数相同,则不饱和脂肪酸比饱和脂肪酸容易消化,从测定结果也证实了这一点,即青鱼对含有多不饱和脂肪酸、熔点低的鱼油、豆油、玉米油的消化率都很高,达 81—89% 范围。

至于牛油组的饲料从表 2 可见其对青鱼的生长效果仅次于鱼油,而消化率为 77.4%,显示了较高的营养作用。这与竹田^[9]用牛油作饲料中脂肪源喂养虹鳟和鲤鱼所得到的牛油消化率为 80% 的结果是较接近的。同时也与荻野^[6]报导的牛油融点在 40°C 以下时,它的消化不受水温和鱼体大小的影响,具有 70% 以上的消化率的结果一致。

必须指出的是生长效果最差的玉米油组饲料,青鱼无论是对这种饲料的总消化率还是其中的脂肪消化率皆最高。这是否与这种脂肪源饲料在体内能量分配的过程中,为生长所利用的效率不高有关,还需用生物能量学的方法进一步进行测试并加以阐明。

综上所述,我们认为含有丰富必需脂肪酸的鱼油并用适量牛油,作为生产鱼用配合饲料的脂肪源,对提高我国鱼用配合饲料质量,促进养鱼生产发展是可取的。

表6 青鱼对四组试验饲料营养物质的消化率

Table 6 Digestibility of the major nutrients of Black Carp fed With different diets

组别	饲料			粪便			消化率(%)		
	铬含量*	蛋白质含量(%)	脂肪含量(%)	铬含量*	蛋白质含量(%)	脂肪含量(%)	总消化	蛋白质	脂肪
鱼油组	108.39	36.49	6.39	537	3.09	6	79.81	98.30	81.06
牛油组	98.98	38.72	6.61	364.53	2.25	5.50	75.50	98.42	77.40
豆油组	85.81	37.53	6.21	385.48	5.04	5.49	77.74	97.01	80.32
玉米油组	102.48	38.53	6.26	790	9.01	4.96	87.03	96.98	89.72

* 含铬量为100毫克样品中所含铬的微克数

参 考 文 献

- [1] 王道尊等,1987. 青鱼、草鱼和团头鲂及其天然饲料生化组成的分析. 水产科技情报,(3):11-16.
- [2] 王道尊等,1987. 饲料中脂肪的含量对青鱼生长的影响. 水产学报,11(1):23-28.
- [3] 王道尊等,1986. 必需脂肪酸对青鱼生长影响的初步观察. 水产科技情报,(2):4-6.
- [4] 籍文岳等,1985. 饲料中脂肪含量对草鱼生长的影响. 淡水渔业,(6):11-14.
- [5] 桥本芳郎(蔡完其译),1980. 养鱼饲料学,121-136. 农业出版社.
- [6] 荻野珍吉,1980. 鱼类的营养と饲料,149-183. 恒星社厚生阁.
- [7] 米糠夫,1978. 海水鱼の必须脂肪酸と脂质的营养価. 養鱼と饲料脂质,43-59. 恒星社厚生阁.
- [8] 米糠夫,1985. 养鱼饲料——基础と応用,20-28. 恒星社厚生阁.
- [9] 竹内俊郎,1978. 淡水鱼の必须脂肪酸と脂质的营养価. 養鱼と饲料脂质,23-42. 恒星社厚生阁.
- [10] 渡道武,1976. 淡水鱼における必须脂肪酸と高度不飽和脂肪酸の添加效果. 养鱼饲料研究会.(No. 756).
- [11] Castell, J. D. et al., 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) growth, feed conversion and some gross deficiency symptom. *J. Nutr.*, 102: 77-86.
- [12] Dosanjn B. S. et al. 1988. Preliminary evaluation of Canolloil pork lard and marine lipid singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) *Aquaculture*, 68: 325-343.
- [13] Yu, T. C. and R. O. Sinnhuber, 1979. Effects of dietary w3 and w6 fatty acids on growth and feed conversion efficiency of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 16: 31-38.
- [14] 1981. Use of beef tallow as an energy source in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) rations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 376-370.

一九八九年第十三卷总目录

第 一 期

- 草鱼出血病的病原研究..... 毛树坚、邵健忠、杭 绮、张念慈(1)
- 牡丹江上游(含镜泊湖)江鳙年龄、生长、食性和繁殖的研究
..... 杨树勋、李东奎、杨雨壮、杜立君、郑 伟、姚立刚(5)
- 池养中华绒螯蟹幼蟹生长特性的初步研究.....汪留全、周婉华(17)