

研究简报

不同脂肪源饲料对草鱼稚鱼生长的影响

EFFECTS OF DIETS CONTAINING DIFFERENT LIPIDS ON GROWTH OF JUVENILE GRASS CARP (*CTENOPHARYNGODON IDELLUS*)

刘 玮 徐 萍 任本根 龚纲明

(江西省科学院生物资源研究所, 南昌 330029)

Liu Wei, Xu Ping, Ren Bengen and Gong Gangming

(*Biological Resources Institute, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang 330029*)

关键词 草鱼, 鱼饲料, 必需脂肪酸

KEYWORDS grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*), fish diet, essential fatty acid

鱼类对饲料中脂肪的利用能力与其所含的必需脂肪酸种类及数量关系密切[王道尊等, 1989; Castell, 1979; Watanabe, 1982]。一般认为淡水鱼类需要有高不饱和脂肪酸(HUFA)中的 n3 和 n6 系列的适宜配合, 且 n3 系列 HUFA 对其生长发育更为重要[廖翔华等, 1989; Halver, 1989]。我国鱼类营养研究中有关脂肪类需求及其代谢的工作一直比较薄弱, 迄今尚未见有关草鱼必需脂肪酸需求的报道, 而这对于全面评价其脂肪利用能力至关重要, 有必要尽早着手研究。为此, 在筛选出适合于草鱼营养学研究的实验室专用精制饲料基础上[刘 玮等, 1994], 本实验选用不同脂肪源做对比饲喂, 以探讨草鱼脂肪营养中对高不饱和脂肪酸不同系列(n3 和/或 n6)的需求。

1 材料与方 法

饲喂试验采用室内循环自净化养殖系统。试验鱼由南昌市郊区鱼种场提供。暂养两周后选用健康草鱼种(10—13g)270 尾, 随机分配于 15 只水族箱(60cm×50cm×45cm, 18 尾/箱)做对比饲喂。调整各箱全鱼重差 < 5%, 并随机抽取 3 尾作全鱼体粗成份分析。

5 种试验饲料的基本组成均类似于饲料筛选实验中的 1# 精饲料(表 1)[刘 玮等, 1994], 仅对其脂肪源做了相应变动。

各组饲料均随机分配于 3 只水族箱投饲, 投饲率为全箱鱼重的 3%, 投饲 8 周。每两周称一次全箱鱼重, 并据以调整投喂量。投饲结束后的取样、分析以及数据的统计处理方法见刘 玮等[1994], 并分析空壳粗成份。饲料脂肪酸由江西省分析检测中心采用气相色谱法测定。

表 1 饲料组成、粗成份及各脂肪源脂肪酸组成分析(%)

Table 1 Formulation and proximate composition of experimental diets, and major fatty acids of different lipids used in the diets (%)

成 份	鱼肝油组	豆油组	菜油组	猪油组	混合油组
酪蛋白	35	35	35	35	35
可溶性淀粉	43	43	43	43	43
鱼肝油 ^a	7				
豆 油 ^b		7			
菜 油 ^b			7		
猪 油 ^b				7	
混合油 ^c					7
纤维素	9	9	9	9	9
混合矿物质 ^d	5	5	5	5	5
混合维生素 ^e	1	1	1	1	1
营养素(占饲料%)					
水 份	6.3	6.5	6.2	6.3	6.6
粗蛋白	29.8	29.7	29.6	29.8	30.0
粗脂肪	6.8	6.8	6.9	7.1	6.9
灰 份	7.7	7.4	7.3	7.9	7.9
脂肪酸(占各油脂%)					
18 : 2n6	6.1	51.7	16.3	4.6	21.2
18 : 3n3	1.8	6.7	9.4	0.3	2.9
HUFA ^f	17.3	tr.	tr.	tr.	5.4

注:a. 厦门鱼肝油厂产品,b. 江西省油脂化工厂产品,c. 1/3 鱼肝油+1/3 豆油+1/3 猪油。d. 依据获野(1979)配方;e. 依据 NRC(1983)配方;f. 包括 18 : 3n3, 20 : 3n3, 20 : 4n3, 20 : 5n3 和 22 : 6n3 的高不饱和 n3 系列脂肪酸。

2 结果

投饲 8 周后各试验组的相对增重率、饲料系数、蛋白质效率、蛋白质转换率、肝体比及死亡鱼尾数如表 2 所示。显然,总体生长效果以混合油及鱼肝油两组最好。相对增重率、蛋白质效率及其转换率最大,饵料系数最低。豆油及猪油组的生长状况次之,而菜油组的生长最差,且死亡率最高。另外,肝体比亦以菜油组为大,但尚未达到明显脂肪肝的程度。

表 2 投饲不同脂肪源饲料的草鱼稚鱼生长效果

Table 2 Growth performance of juvenile grass carp fed different lipid diets

组 别	相对增重	饵料系数	蛋白质效率	蛋白质转换率	肝体比	死亡尾数
鱼肝油	102.4 ^{ab}	2.19 ^c	1.49 ^a	21.85 ^a	2.46 ^{ab}	0
豆 油	87.8 ^{bc}	2.66 ^b	1.30 ^{ab}	17.49 ^{bc}	2.22 ^{bc}	1
菜 油	79.2 ^c	2.92 ^a	1.18 ^b	16.45 ^c	2.75 ^a	4
猪 油	96.8 ^b	2.50 ^b	1.42 ^a	20.01 ^{ab}	2.03 ^c	2
混合油	113.9 ^a	2.04 ^c	1.51 ^a	20.69 ^a	2.15 ^{bc}	0

注:除肝体比和死亡鱼尾数外,表中各数据均为各饲料组 3 次重复的平均值;肝体比为每箱 3 尾的平均值;死亡鱼尾数为每种饲料各箱的累计值。各列参数之间上标的不同系表示在 Duncan K 率 t 测验中差异显著(P<0.05)。

表 3 为各试验组 8 周后的全鱼体粗成分分析。除菜油组之外,各组鱼体含水量均较投饲前有所减少,但灰份变化不大。体蛋白储备以混合油和鱼肝油组为高。脂肪含量各组均比投饲前显著增加。尤以猪油组为最高。

全鱼体与空壳的粗脂肪含量对比见表 4。除在猪油组两者相差显著外,其余各组的变化均不显著。

表3 投饲不同脂肪源饲料的草鱼稚鱼全鱼体组成成分分析(%)

Table 3 Whole body composition of juvenile grass carp fed different lipid diets (%)

组别	水份	粗蛋白	粗脂肪	灰份
饲喂前	75.22 ^a	13.97 ^{ab}	4.97 ^c	2.56 ^{bc}
鱼肝油	73.62 ^c	14.61 ^a	5.83 ^b	2.66 ^{ab}
豆油	74.58 ^b	14.08 ^{ab}	5.73 ^b	2.53 ^c
菜油	75.46 ^a	13.55 ^b	5.36 ^b	2.71 ^a
猪油	73.44 ^c	13.35 ^b	6.93 ^a	2.61 ^{ab}
混合油	74.20 ^{bc}	14.51 ^a	5.51 ^b	2.41 ^c

注:表中数据均为9尾(每种饲料3箱,每箱3尾)二次重复平行取样所得之平均值;列参数间上标的不同表示在 Duncan K 率 t 测验中差异显著(P<0.05)>

表4 投饲不同脂肪源饲料的草鱼稚鱼全鱼体及空壳粗脂肪比较(%)

Table 4 Lipid contents of whole body and carcass of juvenile grass carp fed different lipid diets (%)

组别	饲喂前	鱼肝油	豆油	菜油	猪油	混合油
全鱼体	4.97 ^c	5.83 ^b	5.73 ^b	5.36 ^b	6.93 ^a	5.51 ^b
空壳	5.11 ^{ab}	5.02 ^{ab}	4.35 ^{bc}	4.07 ^{bc}	3.63 ^c	5.23 ^a

注:表中数据均为9尾(每种饲料3箱,每箱3尾)二次重复平行取样所得之平均值;各行参数间上标的不同系表示在 Duncan K 率 t 测验中差异显著(P<0.05)。

3 讨论

营养学研究表明,为维持正常生长发育,一龄草鱼需要从饲料中摄取约30%蛋白质、6%脂肪和37%碳水化合物,饲料能量约为3100千卡/公斤[廖翔华等,1989]。本实验所配制的5种精制饲料均能充分满足试验的基本营养需求,只有各饲料所用的脂肪源有所不同。从投饲8周后的生长结果可见,这5种不同脂肪源饲料对草鱼稚鱼的生长有显著影响。由总体生长效果来看,混合油和鱼肝油最适于用作草鱼饲料的脂肪源。相比之下,菜油的生长效果最差,这和雍文岳等[1985]的报道相符。

饲料脂肪源的不同在于其质与量的差异,即不同油脂所含的脂肪酸种类及比例有别。基础营养学研究已证实,必需脂肪酸缺乏或其组成的不平衡,均会导致养殖鱼类的生长用其饲料转化率下降,继而引发多种病理缺乏症而严重影响其养殖效率[王道尊等,1989;Castell,1979;Satoh等,1989;Takeuchi和Watanabe,1982;Watanabe等,1989]。一般认为,鱼类必需脂肪酸包括亚油酸(18:2n6)、亚麻酸(18:3n3)和花生四烯酸(20:4n6/20:5n3)等[廖翔华等,1989;Steffens,1989;Watanabe,1982]。本5组中混合油和鱼肝油两组试验鱼生长快而耗料少,鱼体蛋白质合成与积累较高,表明饲料中必需脂肪酸的含量及比例较为适宜,从而大大提高了饲料的营养价值。

从本实验所用脂肪源的脂肪酸组成来看(表1),鱼肝油所含的鱼类必需脂肪酸,尤其是长链高不饱和脂肪酸(包括20:5n3和22:6n3等n3系列HUFA)特别丰富。豆油中含有相当高的18:2n6,而菜油虽然兼具18:2n6和18:3n3,这两种植物油中所含的18碳以上高不饱和脂肪酸(尤其是n3系列HUFA)均呈痕量。猪油是兽类硬化油,其特点是饱和脂肪酸含量很高,几乎不含有18碳以上HUFA。至于混合油,由于是用等量(1/3)鱼肝油、豆油及猪油混合而成,故其中的HUFA含量亦相当高,且18:2n6比较丰富。由此看来,本实验中不同脂肪源对草鱼稚鱼生长的影响,很大程度上与各组饲料中脂肪酸、尤其是高不饱和脂肪酸的差异有关。

在这类脂肪酸的差异中,HUFA的含量显然最为重要。与大多数报道相符,如添加油脂中含有丰富的n3系列HUFA,则饲料中只需要有少量必需脂肪酸即可满足鱼类的营养需求[王道尊等,1989;Kanazawa,1985;Takeuchi和Watanabe,1982;Watanabe等,1989]。在n3系列不饱和脂肪酸研究中,早期报道表明18

: 3n3 和 22: 6n3 对虹鳟同样有效[Stickney, 1989; Watanabe, 1982], 但后来的研究却进一步证实, 长链 n3 系列 HUFA (如 20: 5 和 20: 6) 比 18: 3n3 的促生长作用更大[Steffens, 1989]。本实验中混合油及鱼肝油饲料因富含长链 n3 系列 HUFA, 故该两组试验鱼的总体生长效果最佳。同时, 各组间的蛋白质差异(表 2 和表 3) 也表明, 适宜的脂肪酸组成有可能改进饲料的营养值, 从而加强机体的蛋白质合成与积累。

其次, 有研究证实, 饲以长链 HUFA 含量很低的饲料时, 较短碳链不饱和脂肪酸(18: 2n6 和 18: 3n3 等) 的含量及其相互比例对鱼类生长的影响会相应加大[Halver, 1989]。而且已有报道证实, 通过加长碳链及去饱和化, 草鱼似有相当能力将饵料中的较短碳链不饱和脂肪酸生成其他更长链 HUFA[Cai 和 Curtis, 1989]。这与本实验中豆油组的生长效果比较接近, 即在饲料中缺乏长链 HUFA 时, 草鱼可能在一定程度上利用饲料中丰富的较短碳链不饱和脂肪酸, 以弥补其生长对长链 HUFA 的需求。由于豆油含有较多的 18: 2n6, 而 18: 3n3 含量又低于菜油, 故看来草鱼对 18: 2n6 的需求要高于 18: 3n3。这与其草食性相符, 因为植物性饵料中通常含有丰富的 18: 2n6。

另外, 研究还表明, 在使用富含亚油酸的植物油时, 亚油酸与亚麻酸之间会产生一定的对抗作用, 尤其是在这两种较短碳链不饱和脂肪酸的含量相近时更为明显[王道尊等, 1989; Satoh 等, 1989; Watanabe, 1982]。本实验中菜油组的生长最差很可能与此有关。即 18: 2n6 和 18: 3n3 彼此间有相当大部分被相互抵消, 结果导致剩余的部分不足以满足试验鱼生长所需。今后有必要做进一步探讨。

比较表 3 和表 4 可见, 在饲料中单一性添加猪油尽管会导致全鱼体脂肪含量的明显提高, 但这主要表现在其内脏脂肪的储藏上。除去内脏后该组试验鱼的空壳含脂量为各试验组最低, 显然意味着这对全鱼的可食性部分影响不大。结合表 1 所示的总体生长效果来看, 在饲料中适当添加一些这类富含油酸的兽类硬脂油, 无论在鱼类基础营养学研究还是配合饲料研制中均具有一定的应用意义。

本研究是 1992 年江西省自然科学基金及江西省人事厅“留学回国人员科研资助”项目的部分工作。

参 考 文 献

- [1] 王道尊等, 1989. 不同脂肪源饲料对青鱼生长的影响. 水产学报, 13(4): 370—374.
- [2] 刘 玮等, 1994. 投喂不同精制饲料的草鱼稚鱼生长效果的比较. 江西科学, 12(2): 90—94.
- [3] 雍文岳等, 1985. 饲料中脂肪含量对草鱼生长的影响. 淡水渔业, (6): 11—14.
- [4] 廖翔华等, 1989. 养殖鱼类营养需求研究进展. 水生生物学报, 13(2): 170—186.
- [5] Cai, Z. and L. R. Curtis, 1989. Effects of diet on consumption, growth and fatty acid composition in young grass carp. *Aquac.*, 81: 47—60.
- [6] Castell, J. D., 1979. Review of lipid requirements of finfish. In: *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fish feed Technology*, 59—84. Hamburg, Berlin.
- [7] Halver, J. E., 1989. *Fish Nutrition*, 2nd ed. 153—218. Academic Press, Inc..
- [8] Kanazawa, A., 1985. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: *Nutrition and feeding in fish* (Covey C. B. et al., eds) 281—298. Academic Press, London.
- [9] Satoh, S. et al., 1989. Studies on the essential fatty acid requirement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquac.*, 79: 121—128.
- [10] Steffens, W., 1989. *Principles of fish nutrition*, 117—155. Ellis Horwood Limited.
- [11] Stickney, R. R., 1989. Lipid requirements of some warm water species. *Aquac.*, 79: 145—156.
- [12] Takeuchi, T. and T. Watanabe, 1982. 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*). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 48: 1745—1752.
- [13] Watanabe, T., 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B: 3—15.
- [14] Watanabe, T. et al., 1989. Effect of dietary n-6 and n-3 fatty acids on growth, fatty acid composition and histological changes of whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 55: 1977—1982.