

投喂青料和添加剂对草鱼生长和脂肪代谢的影响

黄世蕉 黄琪琰

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

提 要 应用青菜、早草青料、配合饲料以及在配合饲料中添加维生素 B₆、蛋氨酸和亚油酸对草鱼的生长、脂肪代谢进行了试验。结果表明, 投喂青菜和早草青料的鱼类体腔和肝脏中含脂量最低, 与投喂配合饲料组比较, 差异性十分显著($P < 0.01$)。肝脏中的蛋白质含量也以投喂青菜和早草青料的最高; 血清中甘油三脂和胆固醇含量以投喂青菜和早草青料组为最低。在配合饲料中分别添加维生素 B₆、蛋氨酸和亚油酸的投喂试验中, 发现投喂早草青料组和添加维生素 B₆ 组的鱼, 体腔和肝脏中的含脂量最低, 而投喂配合饲料的含量最高。投喂含 70% 青料(菜)组的鱼类生长最快, 投喂配合饲料的最慢。

关键词 草鱼, 脂肪代谢, 配合饲料, 添加剂

当前由于人工配合饲料广泛地应用于养鱼业, 草鱼、团头鲂在长期人工配合饲料饲养下, 体内脂肪沉积, 肉味不鲜, 生长缓慢, 体型异常。经解剖检查, 体腔内脂肪大部分沉积在肠道周围、肠系膜上或肝脏表层, 严重者肝脏失去血色, 呈乳黄色或灰黄色。为此, 我们选用崇明县新民第三水产养殖场的配合饲料以及在配合饲料中添加青料、维生素 B₆、蛋氨酸、亚油酸等分别于 1986 年和 1987 年在实验室条件下和青浦联营场的河道中进行网箱饲养试验。试验的初步结果对改善草鱼配合饲料的配方及阐明投喂青料在生产上的积极意义具有一定的参考价值。

1 材料与方 法

1.1 鱼类的饲养试验

1.1.1 室内水族箱饲养试验

1986 年和 1987 年 3 月至 5 月在室内进行了水族箱饲养试验。试验草鱼取自崇明县新民第三水产养殖场, 其全长为 8.0~15.0cm。试验组分为: 对照组(投喂配合饲料: 豆饼 30%, 菜饼 35%, 鱼粉 2%, 麸皮 15%, 混合粉 14%, 无机盐混合剂 2%, 食盐 2%), 青料组(投喂青菜或早草)、含青料组(投喂的饲料搭配比例除配合饲料外, 其它分别含 70%; 50%; 30% 的青菜), 各组分为 A, B 二平行组同时进行。

各组放养试验鱼 18~25 尾。A 组平均体重为 35.5 克/尾, B 组平均体重为 18.5 克/

尾。各组的日投饵量均为放养鱼类总体重的 2.0%，一日分三次投喂，以投喂后在 3-4 小时内食完为宜。试验鱼养育在自动循环流水、自动充气、自动排污的水族箱中，水温控制在 22~25℃。

1.1.2 河道网箱饲养试验

1986 年 7 月至 10 月在青浦联营场河道中采取网箱饲养试验。试验组分为对照组(投喂配合饲料)、青料组(投喂旱草)、维生素 B₆ 组(100 克配合饲料添加 1.6 克维生素 B₆)、蛋氨酸组(100 克配合饲料添加 4.1 克蛋氨酸)和亚油酸组(100 克配合饲料添加 1.7 毫升亚油酸)。试验草鱼取自青浦联营场，各组放养平均体重为 35.7 克/尾的草鱼 30 尾，分二个平行组同时进行。每日上午 6 时左右投喂含有添加剂的配合饲料，下午 3 时左右投喂不含添加剂的配合饲料，日投喂量为每网箱试验鱼总体重的 5%。河道中流水水温上午为 26~30℃，下午为 27~31℃。

1.2 取样和测试

水族箱中饲养期为二个月，河道网箱中饲养期为三个月。在取样前停喂一天，各组随机取样 10 尾(A, B 组各 5 尾)，分别测定体重、比肝重、肝脏含脂量、体腔脂肪占体重百分比以及肝脏总蛋白的含量。应用索氏抽提法测定肝脏中的粗脂肪含量和 KJ-030 自动定氮仪测定肝脏中粗蛋白含量。从尾静脉取血，应用贝克曼 42 型血液生化分析仪和三酯快速分析法测定血清中甘油三酯和胆固醇含量。

2 结果

2.1 室内水族箱饲养试验

2.1.1 草鱼肝脏的形态特征及体腔中脂肪分布

经体腔解剖检查，对照组的试验鱼肝脏呈乳黄色或灰黄色，肠道周围及肠系膜被脂肪所复盖。青料组鱼的肝脏具有鲜艳的橙黄色，有光泽且富有弹性，体腔内的脂肪呈粗线状沿肠道边缘分布。在配合饲料中添加不同比例的青菜有助于改善肝脏脂变性状。

2.1.2 各试验组鱼肝脏中蛋白质的含量

青料组的试验鱼肝脏中蛋白质含量最高，与对照组比较差异性明显($P < 0.05$)，添加青料组的鱼与对照组的相似。各试验组鱼肝脏中的含脂量以投喂青料(或青菜)组的最低，与对照组比较差异性十分显著($P < 0.01$)。血清中的甘油三酯含量以青料组为最低，与对照组比较差异性十分显著($P < 0.01$)(见表 1, 图 1)。

2.2 河道网箱饲养试验

2.2.1 肝脏形态特征及体腔中脂肪分布

投喂青料鱼的肝脏形态与室内水族箱饲养的结果相似。体腔中脂肪分布呈粗线状沿肠道边缘分布，而对照组的鱼肠道及肠系膜则全部被脂肪复盖。维生素 B₆ 组、蛋氨酸组和亚油酸组的试验鱼沿肠道的大部分及肠系膜都被脂肪所复盖。

2.2.2 鱼类体腔和肝脏中的含脂量

青料组鱼体腔中脂肪占体重的百分比最小，与对照组比较差异性十分明显($P < 0.01$)。而维生素 B₆ 组和亚油酸组鱼体腔中脂肪含量也都比对照低，差异性显著($P < 0.05$)(见表 2, 图 2)。青料组鱼的比肝重最小，与对照组比较差异性十分显著($P < 0.01$)。其它各组差异性

则不显著。表 1, 表 2 中各百分率的计算均按 $X \pm S.D(N)$ 的测算法。

表 1 各试验组鱼肝脏中蛋白质、粗脂肪含量及血清中甘油三酯含量

Table 1 The contents of protein, crude fat in liver and the level of triglyceride in serum of fish

组 别	肝脏中蛋白质含量 (蛋白质 / 肝重%)	肝脏中粗脂肪含量 (粗脂肪 / 肝重%)	血清中甘油三酯含量
投喂配合饲料(对照组)	12.59 ± 1.43(10)	6.66 ± 2.41(10)	354.83 ± 42.12(10)
投喂青菜	14.33 ± 0.79(10)	3.86 ± 1.10(10)	247.80 ± 84.51(10)
投喂添加青菜的配合饲料	12.36 ± 1.26(10)	4.01 ± 0.96(10)	345.50 ± 71.92(10)

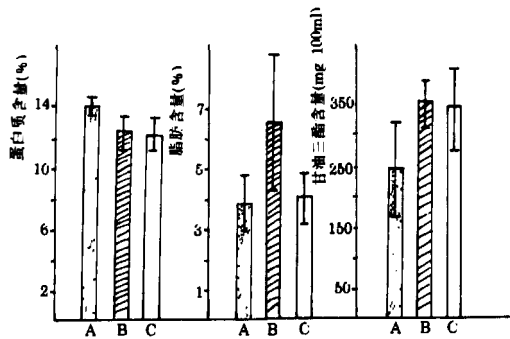


图 1 各试验组鱼肝脏中粗脂肪和蛋白质含量及血清中甘油三酯含量

Fig. 1 The contents of crude fat and protein in liver and the level of triglyceride in serum of fish

A 投喂青菜 B 投喂配合饲料 C 投喂配合饲料添加青菜

表 2 鱼类血清中甘油三酯和胆固醇及肝脏和体腔中粗脂肪含量、比肝重

Table 2 The contents of crude fat in abdominal cavity and liver, liver-somatic index and the level of triglyceride and cholesterol in serum of fish

组 别	体腔内粗脂肪含量 (脂肪 / 体重%)	肝脏中含脂量 (脂肪 / 肝重%)	比肝重 (肝重 / 体重%)	甘油三酯 (mg / 100ml)	胆固醇 (mg / 100ml)
投喂青料	0.687 ± 0.20(10)	2.96 ± 0.45(10)	1.87 ± 0.23(10)	110.20 ± 68.74(10)	235.22 ± 104.43(10)
投喂配合饲料 (对照组)	3.55 ± 0.55(10)	13.49 ± 2.02(10)	3.34 ± 0.34(10)	277.90 ± 122.90(10)	239.50 ± 42.20(10)
添加维生素 B ₆	2.12 ± 0.49(10)	10.53 ± 3.08(10)	2.80 ± 0.29(10)	319.50 ± 143.48(10)	339.33 ± 28.10(10)
添加蛋氨酸	3.06 ± 0.29(10)	12.12 ± 3.08(10)	3.11 ± 0.24(10)	258.00 ± 112.59(10)	275.40 ± 38.33(10)
添加亚油酸	2.51 ± 0.43(10)	10.94 ± 2.37(10)	2.80 ± 0.25(10)	223.10 ± 103.69(10)	271.10 ± 66.83(10)

各试验组鱼血清中的甘油三酯含量以青料组的为最低, 与其它各试验组比较差异性十分明显 ($P < 0.01$)。各试验组鱼血清中胆固醇的含量差异性并不显著(见表 2, 图 3)。

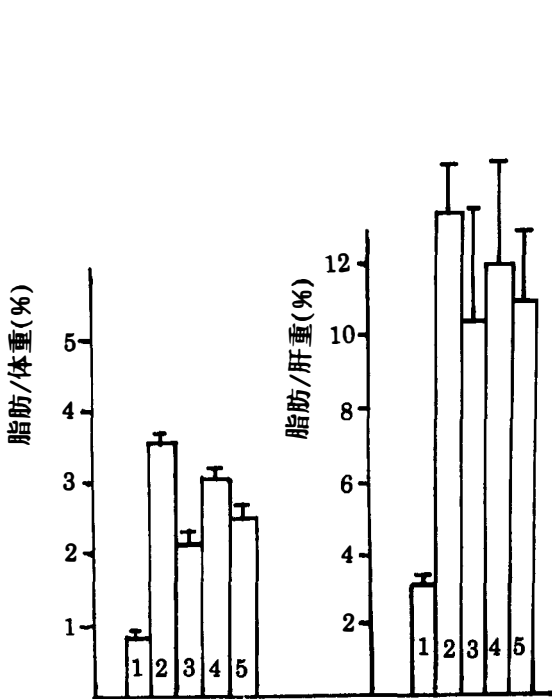


图2 各试验组鱼体体腔和肝脏中含脂量
Fig. 2 The contents of crude fat in abdominal cavity and liver

1 青料组 2 对照组 3 维生素 B₆ 组
4 蛋氨酸组 5 亚油酸组

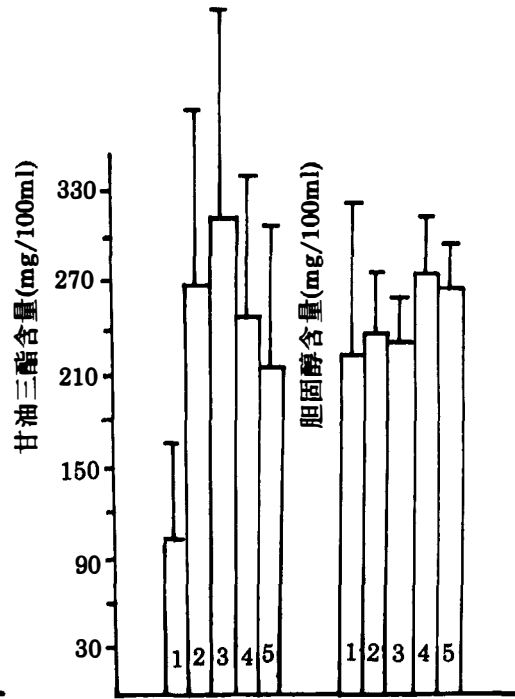


图3 各试验组鱼血清中甘油三酯和胆固醇含量
Fig. 3 The contents of triglyceride and cholesterol in serum of fish

1 青料组 2 对照组 3 维生素 B₆ 组
4 蛋氨酸组 5 亚油酸组

3 讨论

无论是室内水族箱或河道网箱的饲养试验结果表明，青料组鱼体腔和肝脏中的含脂量为各试验组的最低量，与对照组鱼比较，两者差异性十分显著($P < 0.01$) (见表 2)。肝脏含脂量达到 5% 以上就表现为脂肪肝症状，而对照组鱼体脂和肝脂分别达到 3.55 ± 0.55 和 $13.49 \pm 2.02\%$ 。表明不溶性脂肪在肝细胞中逐渐堆积，其微粒逐渐增大和增多，堵塞了肝组织细胞，导致肝脏机能的破坏；另外，由于体内可溶性脂肪也日益增多，不再被肝的充填组织细胞所吸收，挤压肝的充填组织细胞，引起组织细胞破坏。由于这两种过程的结果，导致肝细胞的坏死^[3]。

从测定肝脏中的蛋白质含量也表明，青料组鱼肝脏中总蛋白的含量高于其它各试验组 (图 1)。肝脏在蛋白质代谢中起着重要的作用。食物中的蛋白质在消化过程中分解成氨基酸后吸收进入肝脏，肝脏能合成清蛋白、纤维蛋白原、 α 球蛋白和 β 球蛋白以及某些载体蛋白。肝脏病变或坏死时，肝脏中的蛋白质含量就逐渐减少。因为肝细胞内部的许多细胞器是肝脏机能活动的场所，例如内质网就参与合成蛋白质，供肝细胞本身的需要，或由肝

细胞输出。供机体的需要。所以肝脏总蛋白质含量的变化反映了肝脏机能活动的状态。肝脏机能的破坏,伴随着发生严重的贫血^[2],于是肝脏呈现灰黄色或淡黄色,出现肝脂浸润的各个阶段的症状。所以肝脏中脂肪含量的增加以及蛋白质含量的减少,反映了肝脏机能的破坏,导致机体脂肪代谢的紊乱。

体腔和肝脏中脂肪含量的堆积与投喂饲料中的含脂量有关。饲料中的含脂量在 10% 左右,将会引起体脂缓慢的增加^[4]。本试验中对照组鱼体体脂的增加和肝脏浸润性病状的出现是否由于配合饲料中含脂量比青料中高所导致的结果?为此,我们曾对青菜和配合饲料中的含脂量作了测定,分别为 1.609 ± 0.248 和 $1.765 \pm 0.185\%$,两者含量基本相似。可见,引起对照组鱼体脂和肝脂的沉积不是由于饲料中含脂量的多寡所引起的。

从生长速度的饲养试验也表明在投喂配合饲料的同时,投喂含不同比例的青菜(或青料)的配合饲料,饲养效果比单独投喂配合饲料为好(见表 3)。这种结果与草鱼的生长速度随着投喂苏丹草的比例的增加而加快相一致的^[3]。所以单纯地投喂配合饲料饲养草鱼是不理想的。看来,青料中有着影响鱼类脂肪代谢的因子和生长必需的物质。所以投喂青料对降低体脂和肝脂以及促进生长是一个积极的方法。

表 3 投喂含不同比例青菜的配合饲料对草鱼生长的影响

Table 3 Effect on growth of grass carp with different ratio of vegetable in formulate diet

组别	投喂的饲料		平均每尾鱼绝对增重量 (克)	相对增重率 (%)
	配合饲料 (%)	添加青菜的比例 (%)		
I	4	0	1.47	4.0
II	0	20	3.13	11.8
III	1.2(4×30)	14(20×70)	9.92	42.0
IV	2.0(4×50)	10(20×50)	7.55	28.4
V	2.8(4×70)	6(20×30)	7.99	17.2

注. 本表第 2-3 栏所示为投喂饲料量占鱼体体重的百分比

渡边武(1977)曾指出,缺乏某种脂类、亚油酸或亚麻酸将影响鲑鳟和鲤鱼的生长^[5, 7, 8]。为此,我们于 1987 年在配合饲料中以添加维生素 B₆、蛋氨酸和亚油酸等添加剂进行了河道网箱饲养试验,试验再次表明,投喂早草青料能够降低鱼体体腔和肝脏中脂肪含量,而在配合饲料中添加了上述添加剂的试验组与对照组比较,体脂和肝脂的含量也略有降低,而单纯投喂配合饲料的鱼,体脂和肝脂的含量最高(见表 1, 图 2);同时发现,投喂早草青料的鱼血清中甘油三酯含量最低(见图 3)。血浆脂类的含量与全身比较只占极小一部分,但在代谢中却非常活跃。肠道吸收的外源性脂类(食物)、肝脏合成的内源性脂类及脂肪组织储存脂肪的动用,都须先经血液再到其它组织。所以血脂水平在一定程度上可以反映全身脂类代谢的状况。而血浆中的脂类都是和蛋白质载体蛋白结合而运输的,所以甘油三酯含量较高,实际上是指甘油三酯的血浆脂蛋白浓度较高。在肠粘膜细胞

吸收的食物脂类中，甘油三酯占 85% 以上，这些外源性脂类流经脂肪组织、肌肉、心脏、肝脏等组织器官时，位于微血管内皮细胞上的脂蛋白酯酶由组织合成，释放，促使甘油三酯水解而释出脂肪酸供组织摄取利用。肝细胞尚可利用脂肪酸和葡萄糖合成甘油三酯；在肝细胞高尔基体中，常常由内质网合成的极低密度脂蛋白，由分泌胞带到细胞膜释出，进入血浆。这种极低密度脂蛋白的成分以甘油三酯为主。所以血脂中甘油三酯增高，如不能被机体内组织利用时，堆积在肝脏中的糖原和脂肪也就明显增多，这也是形成脂肪肝或引起体腔中脂肪沉积的内在因素。因此，投喂青料或在配合饲料中添加一定比例的青料都有助于降低鱼体体脂的沉积和避免形成脂肪肝。

从河道网箱饲养试验表明，在配合饲料中添加蛋氨酸、亚油酸以及维生素类添加剂，对降低血清中甘油三酯和胆固醇含量似乎略有作用，但与对照组比较差异性并不明显。目前还不能表明这几种添加剂对脂肪代谢有无影响，虽然有资料表明，B 族维生素对生物的生长和代谢有影响^[1, 6]，但是我们在河道网箱中试图投喂各种添加剂的饲料所作的进一步试验，没有获得明显的效果。这可能由于河道流水的原因，造成添加剂流失所致。对于这方面的试验工作尚有待于进一步的探讨。

参加本项试验工作的还有龚希章、周敏逸、徐学华、叶松林、雷永。

参 考 文 献

- [1] 孙修涛等，1986。对虾对各种维生素的需要研究。国外水产，(4): 27-29。
- [2] 法克托罗维奇，K. A. (张亢西译)，1956。论在人工饲料饲养条件下虹鳟肝脏中脂肪代谢的破坏。鱼类生理学会议论文集，185-190。科学出版社(京)。
- [3] 陈芳利，1988。颗粒饲料和青饲料以不同比例投喂草鱼的试验。淡水渔业，(1):37-38。
- [4] 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。
- [5] 竹内俊郎，渡道武，1977。コイの必须脂肪酸需求量。日本水产学会志，43(5):541-551。
- [6] Dickson, M. W., 1987. The supply of vitamins in feed for intensive tilapia farming in Zambia. *Aquaculture and Fisheries Management*, (18): 221-230.
- [7] Watanabe, T., 1975. Effect of dietary methyl linoleate and linolenate on growth of Carp-I, II. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 41(2): 257-269.
- [8] Watanabe, T. et al., 1974. Effect of dietary methyl linolenate on growth of rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 40(2): 181-188.

EFFECTS OF FEEDING GREEN FODDER AND SUPPLEMENTAL AGENTS ON GROWTH RATE AND FAT METABOLISM IN GRASS CARP (*CTENOPHARYNGODON IDELLUS*)

Huang Shi-jiao and Huang Qi-yan

(*Department of Aquaculture, SFU, 200090*)

ABSTRACT The effect on growth rate and fat metabolism in grass carp fed with vegetable, green fodder, formulate diet and adding vitamine B₆, methionine, linoleic acid were studied. The results indicated that there was a significant difference between feeding green fodder and feeding formulate diet ($P < 0.01$)

The fat contents in abdominal cavity and liver, the levels of triglyceridae and cholesterol in serum of fish fed with formulate diet were the highest, but the protein contents in liver of fish fed with formulate diet was the lowest of three meals.

The tests of feeding formulate diet added with vitamine B₆, methionine and linoleic acid illustrated that the contents of crude fat in liver and abdominal cavity of fish fed with supplemental vitamine B₆, and green fodder were lowest and that fed with formulate diet were highest. The growth rate in fish fed with 70% green fodder were fast and with the formulate diet were slow.

KEYWORDS grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*), fat metabolism, formulate diet, supplemental agents