

草鱼鱼种对胆碱需要量的研究

王道尊 赵亮 谭玉钧

(上海水产大学, 200090)

摘要 用不含胆碱的饲料饲养草鱼鱼种,草鱼鱼种生长减慢,饲料效率降低,肝脏脂肪浸润、血浆总脂、甘油三脂、胆固醇和磷脂含量降低。随着饲料中胆碱含量的添加,草鱼生长和饲料效率改善,肝脏脂肪含量降低,血浆总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂含量回升。当饲料中胆碱添加量达到0.3%以上时,草鱼生长率最高,肝脏脂肪含量、血浆总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂与摄食天然饲料(浮萍)的草鱼基本相同。在本研究条件下,建议草鱼鱼种饲料中胆碱的添加量为0.3%为宜。

关键词 草鱼,鱼种,胆碱,饲料

胆碱是重要神经递质乙酰胆碱的前体,是卵磷脂和神经鞘磷脂的组成成分,也作为甲基供体参与体内的转甲基反应。在小白鼠和其它一些动物的试验发现胆碱缺乏会诱发脂肪肝,同时使血浆脂类含量降低[Lucas 和 Ridont, 1967],小鸡饲料中缺乏胆碱时会诱发脂肪肝病变,生长也明显减慢[Jukes, 1940]。

在鱼类方面,已有人在鲤鱼[Ogino, C. 等, 1970]、日本鳗和真鲷[Millikin, 1982]等几种鱼上做过试验,表明饲料中缺乏胆碱,会诱发产生脂肪肝病变,生长率和饲料效率明显下降。而Wilson 和 Poe[1987]的试验结果认为:斑点叉尾鲟的生长率不受饲料中胆碱含量的影响。据研究,不同鱼类对胆碱的需要量明显不同,鲤鱼为0.4%[Ogino, C. 等, 1970],斑点叉尾鲟为0.04%[Wilson 和 Poe, 1987],鲑鱼(*Salvelinus namaycush*)为0.1%[Ketola, 1976],大麻哈鱼为0.6%—0.8%。鱼类胆碱的需要量还与饲料中甲基供体如蛋氨酸的含量有关,添加蛋氨酸可以节约饲料中胆碱用量[Appel 和 Briggs, 1973],使斑点叉尾鲟饲料含有足量蛋氨酸的情况下,甚至饲料中不添加胆碱也不会出现缺乏症[Wilson 和 Poe, 1987]。

胆碱对草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)生长影响的研究以及草鱼饲料中蛋氨酸的含量对胆碱需要量的影响尚未见报道,本文初步探讨了此问题。

1 材料和方法

试验鱼取自上海市淀山湖联营养殖场鱼种池,为当年一龄草鱼鱼种,试验时间从1990年7月30日至10月2日。试验用饲料配方如表1。

试验饲料以酪蛋白为蛋白源,以糊精为糖源,脂肪为鱼油和豆油(5:3)混合物;无机盐参照获野珍吉配方,维生素添加量参照 Halver 配方(从配方中除去试验物质胆碱的含量),维生素A,维生素D 根据美国 NRC 建议量[林 鼎、毛永庆, 1987]在不同试验组饲料中胆碱的添加量

分别为0、0.05%、0.1%、0.3%、0.5%、0.8%。为考查饲料中蛋氨酸含量对草鱼鱼种胆碱需要量的影响,在饲料中胆碱含量为0、0.1%、0.5%三个水平上配制蛋氨酸添加组,饲料中蛋氨酸的添加量为0.4%。试验饲料生化成分分析如表2。

表1 试验饲料配方

Table 1 Composition of the experimental feed

成份(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
酪蛋白	28	28	28	28	28	28	28	28	28
糊精	40	40	40	40	40	40	40	40	40
鱼油	5	5	5	5	5	5	5	5	5
豆油	3	3	3	5	3	5	3	3	3
粘合剂	3	3	3	3	3	3	3	3	3
微晶纤维素(CMC)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
无机盐混合物	5	5	5	5	5	5	5	5	5
维生素混合物	1	1	1	1	1	1	1	1	1
胆碱	0	0.05	0.1	0.3	0.5	0.8	0	0.1	0.5
蛋氨酸	0	0	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4

表2 各组试验饲料成分分析

Table 2 Proximate compositions of the experimental feed

成份(%)	组别								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
蛋白质	27.7	27.3	27.4	27.5	27.1	27.9	27.4	28.1	27.7
粗脂肪	7.7	7.56	7.2	7.8	7.4	7.57	7.65	7.8	7.17
水分	9.3	8.6	8.7	8.0	9.7	8.9	10.5	9.4	8.7
灰分	5.3	5.6	5.4	5.7	5.4	5.5	5.5	5.7	5.8

用绞肉机制成直径2.0 mm的颗粒饲料,冷冻干燥后贮于冰箱中备用。

试验用的90 cm×70 cm×80 cm网箱设置在淀山湖联营养殖场湖汉网箱养殖区,水质条件良好,环境条件相同。实验水温为25—30℃。共设9个随机试验组,每组两个重复,另设一对照组。每个网箱放草鱼鱼种20尾,经一周驯养,草鱼鱼种适应环境后,正式开始试验。各试验组分别投喂表1所示的9种试验饲料,每日投饲三次,对照组投饲足量浮萍,投饲率由1%逐步调整到4.5%,以每次所投饲料半小时内吃完为宜。

饲养结束后,逐尾测定各试验组草鱼体重,然后从各试验组和对照组随机取5尾鱼,抽血、解剖观察,并取肝脏和背部肌肉。各组鱼血液、肝脏、肌肉分别制成混合样本。肌肉、肝脏脂肪采用索氏抽提法,蛋白质采用凯氏微量定氮法测定。血液经4000转/分钟离心,30分钟取上清液为血浆,血浆总脂用积量法测定,血浆胆固醇用改进LRC法测定,甘油三脂用改进Foster法测定,磷酸用消化法测定。

2 结果

2.1 试验草鱼鱼种的生长

结果表明,随着饲料中胆碱含量增加,草鱼鱼种的增重率和饲料效率都有所提高,当饲料

中胆碱添加量达到0.3%以上时,草鱼增重率和饲料效率达到最高,且各组之间不再有差别。饲料中添加胆碱0%、0.1%、0.5%,再分别添加0.4%蛋氨酸和相应蛋氨酸未添加组相比,增重率和饲料效率未见显著差别。各组试验鱼生长情况如表3、图1和图2。

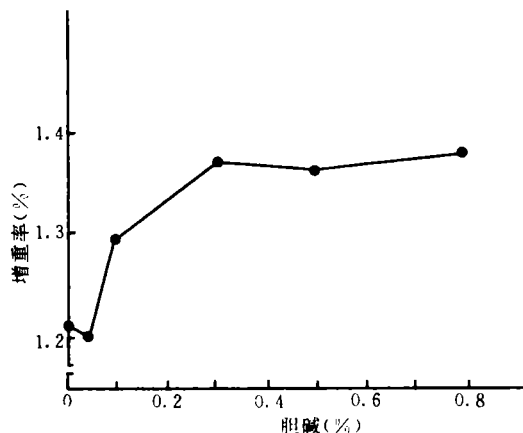


图1 饲料中胆碱含量对草鱼鱼种增重率的影响

Fig.1 Effect of supplement of choline to the feed on the weight gain of fingerling grass carp

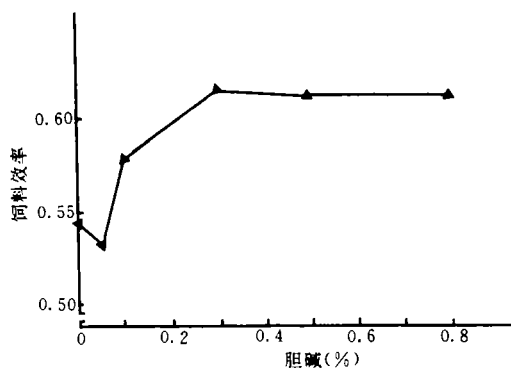


图2 饲料中添加胆碱对草鱼鱼种饲料效率的影响

Fig.2 Effect of supplement of choline to the diets on the feed efficiency of fingerling grass carp

表3 不同试验组草鱼的生长和饲料效率

Table 3 Growth and feed efficiency of grass carp in the experimental groups

组别	处理		初重(g)	增重(g)	增重率	饲料效率
	蛋氨酸添加量(%)	胆碱添加量(%)				
1		0	22.88	27.97	1.220 ^{ab}	0.544 ^{ab}
2		0.05	23.88	28.54	1.191 ^a	0.532 ^a
3		0.1	23.00	29.56	1.289 ^{abcd}	0.576 ^{abcd}
4		0.3	23.50	32.36	1.377 ^d	0.615 ^d
5		0.5	22.88	31.17	1.362 ^{cd}	0.609 ^{cd}
6		0.8	22.88	31.28	1.380 ^d	0.610 ^{cd}
7	0.4	0	23.12	29.22	1.264 ^{abc}	0.564 ^{abc}
8	0.4	0.1	23.25	29.87	1.287 ^{abcd}	0.575 ^{abcd}
9	0.4	0.5	23.50	30.66	1.305 ^{bcd}	0.583 ^{bcd}

注:同一列中具有相同上标字母的两组重复试验平均值之间统计差异不显著($P < 0.1$)。

2.2 草鱼鱼种肌肉和肝脏脂肪含量分析

各试验组草鱼肌肉中脂肪含量没有显著差别,略高于浮萍组,而肝脏脂肪含量则差别明显。饲料中不添加胆碱,肝脏脂肪含量为34.35%。当添加0.05%胆碱时,降到29.71%,添加0.1%胆碱时,肝脏脂肪含量为30.35%;当饲料中胆碱添加量达到0.3%以上时,肝脏脂肪含量为26.94%—27.91%,没有明显变化,和浮萍组肝脏脂肪含量25.41%相接近。各组饲料中胆碱对草鱼鱼种肌肉和肝脏脂肪含量的影响如表4和图3。

从表4还可以看出:不添加胆碱(第1组)和不添加胆碱而添加0.4%蛋氨酸(第7组)相比较,饲料中添加蛋氨酸可以降低肝脏脂肪含量。当饲料中低胆碱水平时,添加蛋氨酸显著地影响肝

脏脂肪含量。当饲料中胆碱水平较高时,肝脏中脂肪含量与饲料中胆碱含量相关,而与饲料添加蛋氨酸无关,显见,饲料中添加蛋氨酸对草鱼肌肉脂肪含量没有影响。

表4 不同饲料组草鱼肌肉和肝脏脂肪含量

Table 4 Liver and muscle lipid content of grass carp fed with different diets

组别	处 理		肌肉脂肪含量(%)	肝脏脂肪含量(%)
	蛋氨酸添加量(%)	胆碱添加量(%)		
1		0	5.90	34.58 ^a
2		0.05	4.84	29.71 ^{bc}
3		0.1	5.03	30.35 ^{bc}
4		0.3	4.43	27.91 ^{cd}
5		0.5	4.40	26.94 ^d
6		0.8	4.56	27.35 ^{cd}
7	0.4	0	4.88	31.31 ^b
8	0.4	0.1	5.12	28.88 ^{bc}
9	0.4	0.5	4.68	27.76 ^{cd}
浮萍组			3.77	25.41

注:1.肌肉和肝脏中脂肪含量均为占干物质的百分比。2.同一列中具有相同上标字母的两组重复试验平均值之间统计差异不显著($P < 0.05$)。

2.3 草鱼血浆脂类含量分析

从表5结果表明,饲料中不添加胆碱组草鱼血浆总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂的含量明显低于其它试验组和浮萍组。当饲料中胆碱含量达到0.1%以上时,各组之间血浆总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂的含量没有差别,和浮萍组基本相同。饲料中添加0.4%蛋氨酸和相应未添加组相比较,没有明显差别。

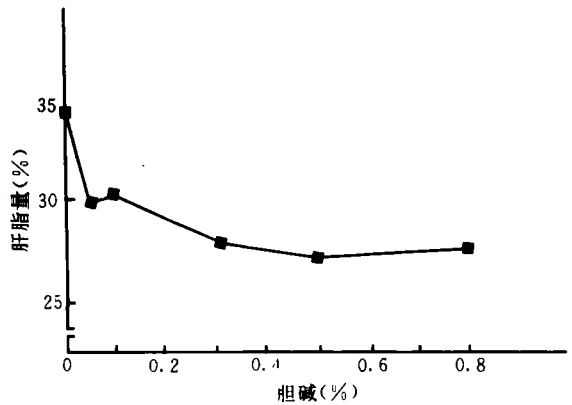


图3 饲料中胆碱含量对草鱼鱼种肝脏脂肪含量的影响

3 讨论

从本试验结果来看,草鱼鱼种经过9周饲养试验,饲料中添加胆碱和未添加胆碱组相比,增重率和饲料效率都有所提高,与在鲤鱼[Millikin, 1982]、鲑鱼[Ketola, 1976]、真鲷[Millikin, 1982]、鲟[*Acipenser transmontanus*] [Hung, 1989]上所得的结果相一致,而Wilson[1987]认为,虹鳟饲料中胆碱的添加与否不影响其生长,与本试验结果不同,这种差别可能是因为不同种类鱼类对胆碱缺乏反应不同,也可能是试验周期较短对生长的影响不显著。正如Dupree[1966]试验发现,用添加和不添加胆碱的饲料饲养虹鳟,在24周内两组鱼生长率没有差别,直到饲养周期达36周以上才出现明显不同,胆碱添加组虹鳟的生长率高于胆碱未添加组。草鱼经过9周饲养,胆碱对生长和饲料效率的影响仅在 $P < 0.1$ 水平上有差异,推测也是因为试验周期比较短的缘故。本试验结果如图1、图2所示,饲料中胆碱添加量达到0.3%以上时,增重率和饲

料效率达到峰值,各组之间不再有差别。蛋氨酸添加组(7组、8组、9组)和相应未添加蛋氨酸(1组、3组、5组)相比较,发现增重率和饲料效率无明显差异。

表5 不同饲料组草鱼血浆总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂的含量

Table 5 Plasma total lipid (PTL) triacylglycerol (PTG) cholesterol (PTC) and phospholipid (PPL) of grass carp fed with different diets

组别	处 理		总脂(mg/dl)	甘油三脂(mg/dl)	胆固醇(mg/dl)	磷脂(mg/dl)
	蛋氨酸(%)	胆碱(%)				
1		0	574.93 ^a	75.44 ^a	167.57 ^a	7.95 ^a
2		0.05	669.45 ^{ab}	79.86 ^a	191.44 ^{ab}	10.01 ^{ab}
3		0.1	883.66 ^b	125.43 ^b	210.43 ^b	13.78 ^b
4		0.3	891.34 ^b	118.97 ^b	225.50 ^b	14.61 ^b
5		0.5	920.16 ^b	129.41 ^b	234.85 ^b	13.61 ^b
6		0.8	907.73 ^b	116.58 ^b	218.76 ^b	15.01 ^b
7	0.4	0	695.57 ^b	89.61 ^{ab}	188.41 ^{ab}	11.56 ^{ab}
8	0.4	0.1	879.69 ^b	123.34 ^b	220.63 ^b	14.22 ^b
9	0.4	0.5	910.50 ^b	118.67 ^b	230.15 ^b	14.91 ^b
浮萍组			878.54	131.67	227.15	13.85

注:1.表中数据为两组重复试验的平均值;2.同一列中具有不同上标字母的平均值之间统计差异显著($P < 0.05$)。

对鲤鱼、鲑鱼、真鲷、虹鳟、鲟的研究结果都证实,饲料中缺乏胆碱,将诱发产生脂肪肝病变,与本试验的结果一致。从表4可以看出饲料中胆碱未添加组肝脏脂肪含量最高,为34.58%。饲料中添加0.05%,0.1%胆碱,肝脏脂肪含量比未添加组分别下降14.08%和12.2%。当饲料中胆碱含量达0.3%以上时,肝脏脂肪含量在26.94—27.91%,比未添加胆碱组下降19.3%—22.1%。同草鱼摄食天然饲料——浮萍组肝脏脂肪含量25.41%接近,呈正常状态。

饲料中缺乏胆碱引起动物脂肪代谢障碍和诱发脂肪肝病变的生化机理已被证实,胆碱缺乏使合成脂蛋白的重要原料磷脂酰胆碱合成量不足,进而引起肝脏脂蛋白合成减少,影响脂肪向血液中转运,导致肝脏中脂肪积累和向血液运输的脂肪减少。表5对草鱼血浆脂类含量分析结果表明,缺乏胆碱组草鱼血浆总脂,甘油三脂、胆固醇、磷脂含量都最低,符合上述观点。这也与Hung[1989]在鲟上得到的结果一致。

多数动物具有自身合成胆碱的能力,但动物的这种合成作用受许多因素的影响。首先是不同种类动物和同种动物的不同发育阶段胆碱合成酶的活性不同,其次是饲料中蛋氨酸、甜菜碱等甲基供体的含量也直接影响胆碱的合成[Appel和Briggs,1973]。所以对大多数动物来说,饲料胆碱的添加量,不是一个确定值。在饲料中添加蛋氨酸等甲基供体,可以明显节约饲料中的胆碱,若在饲料中含有足够量的情况下,则不需要额外添加胆碱。在饲料中相对缺乏胆碱时,饲料中蛋氨酸的添加能明显降低肝脏脂肪含量。从表4可以看出,不添加胆碱和蛋氨酸(第1组)和无胆碱而添加0.4%蛋氨酸(第7组)相比,第7组草鱼肝脏脂肪含量比第1组下降9.5%。说明一龄草鱼鱼种也同样具有利用蛋氨酸提供甲基改善其胆碱营养状况的能力。在饲料中胆碱含量较高时,添加蛋氨酸与否不再对草鱼鱼种肝脏脂肪含量有影响,第5组(含0.5%胆碱,蛋氨酸未添加)和第9组(含0.5%胆碱,0.4%蛋氨酸)相比,草鱼鱼种肝脏脂肪含量分别为26.94%和27.76%,没有明显差别。

本研究还发现胆碱和蛋氨酸虽然有一定的交互作用,但交互作用不明显。我们认为对草鱼

鱼种来说,饲料中提供的蛋氨酸所能代替胆碱的能力是有限的,饲料中添加蛋氨酸不能完全代替饲料中添加胆碱,推测草鱼鱼种本身胆碱合成酶的活性比较弱,不能利用饲料中蛋氨酸提供的甲基合成足够量的胆碱。至于饲料中蛋氨酸的添加和饲料中胆碱之间的定量关系,尚待进一步研究。

综上所述,在不考虑饲料中额外添加蛋氨酸的情况下,饲料中添加0.3%胆碱,草鱼鱼种增重率和饲料效率均可达到峰值。其肝脏脂肪含量、血浆中总脂、甘油三脂、胆固醇、磷脂等生理指标则与摄食天然饲料——浮萍的草鱼鱼种相一致。因此,草鱼鱼种对胆碱的建议需要量以0.3%为宜。

参 考 文 献

- [1] 林 鼎,毛水庆,1987.鱼类营养与饲料,172-173.中山大学出版社(穗)。
- [2] Appel, J. A. and G. M., Briggs, 1973. Choline, in: R. S. Goodhart and M. E. Shils (Editors) *Modern nutrition in health and disease*. 6th edition Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 282-286.
- [3] Dupree, H. K., 1966. Vitamins essential for growth of channel catfish. Technical paper No. 1. Washington, D. C. pp. 12.
- [4] Hung, S. O., 1989. Choline requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, **78**:183-194.
- [5] Jukes, T. G., 1940. Effects of choline and other supplement on perosis. *J. Nutr.*, **20**:445-458.
- [6] Ketola, G. H., 1976. Choline metabolism and nutritional requirement of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *J. Anim. Sci.*, **43**:474-477.
- [7] Lucas, C. G. and J. H. Ridont, 1967. Transmethylation and biosynthesis of the methyl group, progress in chemistry of fats and other lipids, Vol. 10, part 1, pergamon press, London Chap. 5. 102-112.
- [8] Millikin, M. R., 1982. Qualitation and quantitative nutrient requirements of fishes: a review. *Fish Bull.*, **80**:655-686.
- [9] Ogino, C. *et al.*, 1970. Bvitamin requirement of carp 4: Requirements for choline. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **36**: 1140-1146.
- [10] Wilson, R. P. and W. E. Poe, 1988. Choline nutrition of fingering channel catfish. *Aquaculture*, **68**:65-71.

REQUIREMENT OF THE FINGERLING GRASS CARP (*CTENOPHARYNGODON IDELLUS*) FOR CHOLINE

Wang Daozun, Zhao Liang and Tan Yujun

(Shanghai Fisheries University, 200090)

ABSTRACT The fingerling grass carp fed a diet without choline supplement had a poorer growth, lower feed efficiency, fatty liver and a decreasing of plasma total lipid (PTL), triacylglycerol (PTG), cholesterol (PTC) and phospholipid (PPL). With increasing dietary choline, the fish weight gain and feed efficiency were improved, liver lipid fell, and plasma lipids (PTL, PTG, PTC, PPL) rose. When the diets containing more than 0.3% choline, the carp would reach its optimum growth, and in this case, all the physiological indexes (liver lipid content, PTL, PTG, PTC and PPL) were almost the same as that in the carp fed natural diet (duckweed). Thus, the authors suggest that the optimal level of choline in diet for the fingerling grass carp might be 0.3%.

KEYWORDS grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*, fingerling, choline, feed

评《世界海洋鱼名词汇》

《世界海洋鱼名词汇》(《Multilingual Glossary of Marine Fish Names of the World》)由赵传缙、崔秀士主编,科学出版社出版,年内面市。

本词汇编入的海洋鱼类计6604种,分别隶属于41目、328科。每科附有一幅主要形态特征的体形轮廓图。一般每种依次列出拉丁学名、同物异名及中文、英文、法文、西班牙文、德文、俄文、日文共八种文字鱼名,书后附有八种文字的鱼名索引。

此外,编者还制作了一套计算机数据库盘片,将《世界海洋鱼名词汇》的内容以数据库的形式储存在计算机盘片上,并提供数据库管理系统程序,以方便有计算机的读者进行各种快速查询和打印输出。

随着中国远洋渔业的日益发展,国际渔业技术合作、国际水产品贸易、进出口鱼货市场开拓以及行业集团间的信息交流日渐增多。本词汇对研究、了解世界范围分布的海洋鱼类具有一定的代表性和实用性,也是渔业生产、科研、教学、渔政、信息工作人员、国际贸易和商品检验等部门工作人员必备的专业工具书。

(卢 怡)