

游离异亮氨酸对鲫鱼的促生长作用

涂永锋¹ 叶元土² 宋代军¹ 龚宏伟³

(1.西南农业大学动物科技学院,2.苏州大学农业科技学院,3.相城区特种水产养殖场)

摘要: 分别采用菜粕和血粉为主要原料,按照鲫鱼肌肉必需氨基酸(EAA)模式添加和倍量添加晶体异亮氨酸(Ile)配制饲料,和缺乏Ile的饲料对比进行养殖试验,测定了鱼体的生长速度和对饲料的利用效率。结果表明,菜粕饲料中添加游离Ile对鲫鱼生长没有明显促进作用,也没有提高饲料效率,但在血粉饲料中的添加显示了明显的促生长效果,饲料效率也获得提高。

关键词: 异亮氨酸 鲫鱼 生长 游离氨基酸

在组成蛋白质的20种常见氨基酸中,亮氨酸(Leu)、异亮氨酸(Ile)与缬氨酸(Val)三种氨基酸在结构上都有相同的分支侧链,故称为支链氨基酸(branched-chain amino acid,BCAA)。BCAA是水产动物体内不能合成而必须从饲料中获得的

抗体滴度(Figure 2)。

Gatta等(1999)试验表明,补酵母铬可以提高虹鳟鱼的免疫反应,且影响效果与铬的补充剂量、补充时间有关。

5.5 繁殖性能

铬对畜禽繁殖性能的影响是通过增强组织对胰岛素的敏感性来介导的。胰岛素作用于垂体,增强促性腺激素释放激素(GnRH)的释放频率,增强促黄体素(LH)和卵泡刺激素(FSH)的释放,从而促进卵泡发育,提高了排卵率,同时雌激素和孕激素水平也上升。

Lindeman等(1994,1995)报道,从生长期到妊娠期给初产母猪补充200ug/kg的吡啶羧酸铬,母猪在妊娠期获得较高的体重,且可增加出生仔猪数和断奶窝重。Dorgouda(1996)研究表明,补铬(酵母铬)使肉仔鸡的产蛋量从76.36%提高到77.56%($P<0.05$),孵化率从78.05%提高到81.70%($P<0.05$)。

5.6 铬与其他

Stephen等(1994)用小鼠研究了铬的作用,试验结果表明,铬可促进机体骨骼肌的生长,这一

氨基酸,即必需氨基酸(essential amino acid, EAA)。BCAA是一类特殊的氨基酸,它们的分解代谢主要在骨骼肌中进行。BCAA在调节氨基酸与蛋白质代谢方面起重要作用,诸如促胰岛素分泌与蛋白质合成,为谷氨酰胺合成提供底物,作为机体内器官蛋白质代谢的信号物等,也参与机体氧化供能。目前,动物氨基酸营养的研究,主要集中在少数几种氨基酸(如赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸等)上,对支链氨基酸(BCAA)的研究极其有限,在水生经济动物中的研究更是少见。它们对水生动物的营养作用和机理远没有得到深入而系统的研究和阐明,特别是异亮氨酸的研究极为缺乏。同时,关于鱼类是否能有效利用游离氨基酸的理论也不够完善,还存在着某些争议。

作用与IGF有关。同时就铬与心脏之间的关系进行了研究,结果表明,日粮中添加铬对心脏的影响主要表现在肌球蛋白异构重整中发生了变化,这些变化可能加强了心脏的收缩,但并不影响心脏正常功能的发挥。

6 展望

铬在体内糖、脂肪、蛋白质代谢等过程中的作用已经得到了认可,尤其是铬在改善胴体品质、提高瘦肉率上的效果已经受到了养殖界的首肯。目前对铬的研究应用在不断地深入,铬功能食品的开发将成为改善铬摄入量不足的重要手段。如富铬酵母、富铬微藻、富铬奶粉、富铬功能饮料(口服液)等产品研究将具有广阔的市场前景。此外,铬现在也被用于TDN方案中(TDN即total parenteral nutrition,指的是经静脉注射来补充给机体所需要的营养物质),以避免机体缺乏症的发生。随着分子生物学、基因工程等技术的不断发展,大量的新型而有效的铬功能食品将会被不断地研制开发,用以治疗人和动物的一些代谢性疾病。

(参考文献略)

为了证明饲料中添加游离异亮氨酸(Ile)对鲫鱼生长有无促进作用,探究饲料中添加游离氨基酸的应用效果,为了进一步完善水生动物氨基酸理论并为实际水产动物饲料生产应用提供参考依据,我们进行了本试验。

1 材料和方法

1.1 试验鱼

当年鲫鱼苗种,有两种规格(两个批次),在网箱内预饲1周后,将大小鱼种分别随机分成3个试验组,较大鱼体重 $12.70\pm 0.81\text{g}$,较小者体重 $5.30\pm 0.23\text{g}$ 。小鱼种每组3个重复,大鱼种每组2个重复,共计15个养殖单位。它们分别饲喂不同组分的饲料,试验分成2大组分别独立进行。

1.2 试验饲料

参考鱼体必需氨基酸模式设计了三个异亮氨酸梯度的饲料,即不补充、按照鲫鱼肌肉必需氨基酸模式补充和该模式二倍量补充晶体异亮氨酸配制而成。

共配制了两种不同原料的饲料(见表1),即将饲料分成两大组,C1、C2、C3组主要由菜粕和棉粕组成,称为菜粕组,X1、X2、X3组主要有花生仁粕和血粉组成,称为血粉组。各组均补充赖氨酸(Lys)和/或蛋氨酸(Met),使Ile成为第一限制性氨基酸,然后分别按鲫鱼肌肉必需氨基酸模式不补充(C1、X1)、补充(C2、X2)、倍量补充(C3、X3)Ile。菜粕饲料组饲喂较小鱼种,血粉饲料组投喂较大鱼种。

1.3 饲养管理

表1 饲料配方及常规成分含量(%)

饲料组	C1	C2	C3	X1	X2	X3	营养成分含量	
菜粕	48	48	48	0	0	0	菜粕组(C)	血粉组(X)
棉粕	14	14	14	0	0	0	水分	8.10 ± 0.54 8.87 ± 0.65
花生仁粕	0	0	0	22	22	22	粗蛋白	32.26 ± 0.42 39.66 ± 0.31
血粉	0	0	0	21	21	21	(CP)	
次粉	11.75	11.54	11.33	35.72	35.30	34.88	粗脂肪	6.51 ± 0.21 3.43 ± 0.34
麦麸	20	20	20	15	15	15	(EE)	
豆油	1	1	1	1	1	1	粗灰分	7.40 ± 0.36 7.8 ± 0.71
菜粕	1	1	1	1	1	1	钙(Ca)	1.06 ± 0.12 0.99 ± 0.28
预混料	1	1	1	1	1	1	总磷	2.22 ± 0.35 2.06 ± 0.49
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	2	2	2	2	2	2	(TP)	
Lys	1.25	1.25	1.25	1	1	1	能量	1568.95 1930.89
Met	0	0	0	0.28	0.28	0.28	(MJ/kg)	
Ile	0	0.21	0.42	0	0.42	0.84	能蛋比	48.63 48.69
总计	100	100	100	100	100	100		

养殖试验在苏州市相城区特种水产养殖场内进行。采用自制圆柱形小网箱养殖,网箱直径70cm,高70cm,在底部垫以网目细密的纱窗以防止饲料漏失。为保持水质、水温等条件一致,将各网箱悬挂于同一水泥池中。池水深80cm,养殖期间气温变动在 $22.8\sim 35^\circ\text{C}$,水温变幅为 $24.8\sim 31^\circ\text{C}$,平均 27.9°C 。不间断充氧。每两天换水1次,换水量 $1/3\sim 1/2$,每周吸污1次,随后泼洒土霉素消毒。

投喂4次/d,分别在6:00、10:00、14:00、18:00进行,投饲量约为体重的5%。

试验自2003-08-04开始,到2003-09-17结束,养殖期共45d。

1.4 测定数据及方法

1.4.1 生长速度

以增重率和特定生长率表示生长速度,计算公式如下:

$$\text{增重率 } WG = (W_t - W_0) / W_0 \times 100$$

$$\text{特殊生长率 } SGR = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100$$

式中 W_t 、 W_0 分别为终末和初始鱼体重,t为试验周期(天数)。

1.4.2 饲料效率

以饲料系数和蛋白质效率反映饲料效率。

$$\text{饲料系数 } F = I_p / (W_t - W_0)$$

$$\text{蛋白质效率 } PER = (W_t - W_0) / I_p$$

其中, I_p 、 I_f 分别为整个试验期内蛋白质和饲料摄取量。

1.5 数据分析及处理

所有数据均采用 Microsoft Excel 2000 进行计算处理和统计分析, 并用 Duncan's 新复极差法(SSR法)进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 生长结果

于试验开始和结束时分别称得各组鱼体重, 计增重率和特定生长率。各组鱼的生长情况见表2。

表2 鱼体增重及生长情况

组别	初始尾重(g)	终末尾重(g)	平均增重率(%)	特定生长率
C1	5.36	7.83	50.744±3.388*	0.911±0.050*
	5.64	8.68		
	4.90	7.46		
C2	5.38	8.08	50.916±2.741*	0.914±0.040*
	5.17	8.00		
	5.29	7.83		
C3	5.09	7.46	48.145±1.146*	0.897±0.032a
	5.66	8.40		
	5.20	7.77		
X1	12.40	19.03	54.104±0.663 ^b	0.961±0.010 ^b
	12.87	19.91		
X2	11.98	19.07	60.817±1.607*	1.056±0.022*
	14.14	22.97		
X3	12.58	20.14	60.032±0.064*	1.045±0.001*
	12.54	20.06		

可见, 在菜粕组, C1 和 C2 组的值很接近, C3 则较小, 即不补充和按肌肉必需氨基酸模式补充(适量添加)的试验组之间生长差异较小, 而倍量于肌肉必需氨基酸模式补充(过量添加)的试验组得值较低。在血粉组, X2 和 X3 得值均高于 X1。将上述两大组饲料的数据分别用 Duncan's 新复极差法进行多重比较(SSR法), 以小写字母表示差异显著, 大写字母表示极显著(下同)。结果表明, 菜粕组之间均无显著差异($P>0.05$), 血粉组内, X2 和 X3 均与 X1 有显著差异($P<0.05$)。试验产生了这种似乎矛盾的结果, 那就是, 菜粕饲料添加 Ile 对鲫鱼生长无明显促进作用, 但在血粉饲料中添加则具有显著效果。值得注意的是, 在菜

粕饲料中适量补充游离 Ile 表现出促进生长的趋势, 而大量添加则有抑制生长的倾向。看来, 补充第一限制性氨基酸的作用依赖于饲料本身的组成。

2.2 饲料效率

鲫鱼对饲料的利用情况通过饲料系数、蛋白质效率等反映出来。根据增重和投饲量算得饵料系数。又由测得的饲料蛋白质含量算得鱼体摄人的蛋白质总量, 从而得到饲料蛋白质效率(见表3)。

表3 鲫鱼对饲料的利用

组别	平行组	总增重(g)	总投饲量(g)	饵料系数	平均饵料系数	蛋白质效率
C1	1	61.7	289	4.68	4.33±0.26*	72.46±4.19*
	2	76	310.3	4.08		
	3	64	269.5	4.21		
C2	1	67.4	292.7	4.34	4.28±0.18*	73.32±3.12*
	2	70.6	285	4.04		
	3	63.5	283.2	4.46		
C3	1	60.3	270.4	4.48	4.47±0.06*	68.08±0.87*
	2	66.9	303.3	4.53		
	3	64.3	282.6	4.4		
X1	1	99.4	431.6	4.34	4.30±0.04*	58.68±0.55*
	2	105.7	450.4	4.26		
X2	1	106.4	417.6	3.93	3.84±0.08 ^b	64.97±1.37 ^b
	2	132.4	498.2	3.76		
X3	1	113.4	438.1	3.86	3.85±0.01*	66.05±0.20*
	2	112.8	433.1	3.84		

将两大组分别进行差异显著性检验, 结果表明, 菜粕组的饲料系数和蛋白质效率均无显著差异, 血粉饲料中添加 Ile 的两组与未添加组均有显著差异。表明鲫鱼不能有效利用菜粕饲料中游离的 Ile 以增加蛋白质的合成, 而血粉饲料中 Ile 的则有这种作用。Goldberg 和 Tischler(1981)认为, Ile 对蛋白质的合成和降解无显著影响, Mortimore 等(1987)有相似报道。本试验在菜粕饲料中与此相同, 血粉饲料则不支持这一点, 推测饲料成分可对游离氨基酸吸收利用产生较大影响。

3 讨论

3.1 鱼类对游离氨基酸的利用能力

在畜禽饲料中添加游离氨基酸(FAA), 可强化饲料蛋白质营养, 促进畜禽生长, 提高饲料转化效率。关于鱼虾对游离氨基酸的利用能力, 至

今仍存在许多疑问。Robinson等(1978)报道,鱼类对羟基蛋氨酸的利用率只相当于L-Met的26%(畜禽为80%)。看来,鱼类和畜禽氨基酸代谢机制有较大不同。一般认为,鱼类不能有效利用饲料中的游离氨基酸(至少在每日只投喂一次时是如此),与此相悖的是,一些研究认为,鱼类能有效利用游离氨基酸。

有研究表明,在氨基酸不平衡的实用日相中添加限制性氨基酸,可以改善饲料蛋白质的利用和鱼的生长(Jackson和Capper,1992;Robinson,1993)。林鼎等(1988)指出,在鲢鳙鱼类的饲料中添加合成氨基酸是有效的,对鲤鱼的研究也证明了改善鱼的生长是有用的,此外,草鱼和罗非鱼的试验也表明了这一点,如陈光明等(1984)用酪蛋白和氨基酸混合物制成的饲料对草鱼的消化吸收试验表明,草鱼对各种L-型合成氨基酸的总消化率达到92.57%;朱世成等(1999)和刘长忠等(2001)报道,在饲料中添加游离赖氨酸及蛋氨酸可改善鲫鱼生产性能。但是,无胃鱼能否有效利用饲料中的游离氨基酸一直存在不同意见。传统的动物营养理论认为,饲料中的蛋白质需要降解为氨基酸后才能被动物吸收利用,因而可以普遍接受的观点是:在饲料中添加游离氨基酸不能被无胃的鱼类同步吸收利用,从而达不到理想的促长和增产目的。所以,仍有一些报道否定鱼类对游离氨基酸的利用能力,如刘永坚等(2002)证明添加结晶赖氨酸对草鱼生长无作用。

在本试验中,菜粕饲料中添加游离Ile没有显示对鲫鱼生长的明显促进作用,但血粉饲料表现了显著效果。其原因可能主要在于鲫鱼可忍受异亮氨酸一定程度的缺乏。菜粕和棉粕是动物良好的蛋白饲料,异亮氨酸含量较高,而血粉中的异亮氨酸严重缺乏,本身又是一种动物较难消化利用的饲料,不补充限制性氨基酸则可抑制生长,所以添加游离异亮氨酸显示了促生长作用。此外,过量添加游离异亮氨酸在菜粕饲料中显示出抑制生长的趋势而在血粉饲料中仍促进了生长,也应是饲料异亮氨酸可利用性的差异产生的结果。至于鲫鱼对异亮氨酸缺乏的不敏感性,可能与其特殊的代谢方式有关。

3.2 氨基酸的适宜添加形式

对于添加游离氨基酸的饲料,在具体应用

中,连续投饵(至少6次/d)是解决吸收不同步问题的一种方法,这样给添加的游离氨基酸与饲料中的结合态氨基酸提供了一个相遇并结合的机会。麦康森试验证明了连续投饵显著提高了游离氨基酸的利用率。本试验中,适量添加游离Ile的菜粕试验组在生长和饲料效率方面有了提高的趋势而没产生显著效果,可能与投喂次数不高有一定关系,然而,高投饵频率必然增加了人工投入和劳动强度,施行起来有一定困难。此外,还可采用大量添加多种氨基酸的方法,使各种氨基酸按鱼体需要的比例吸收利用,也应有效,但这一方法在生产实践中更难做到。而且,通过测定鱼类摄食后经过鳃和肾排出的含氮物质,发现鱼所摄食的晶体氨基酸饵料中有36%排入水中(Cowey和Luquet,1983),饵料中的晶体氨基酸大量漏入水中,导致鱼体不能充分利用。Murai(1985)的研究发现可有高达40%的游离氨基酸未参与蛋白质合成代谢而直接从鳃、肾排泄掉。所以,基本上可以说,在饲料中直接添加游离氨基酸是一个复杂而不经济的问题。

饲料中添加氨基酸的理想形式可能是:

3.2.1 包埋游离氨基酸,做成包膜微囊。包膜氨基酸的研制在一定程度上提高了鱼体对氨基酸的利用率。在鲤鱼和虹鳟的试验饵料中分别添加用酪蛋白和琼脂包膜的氨基酸,其生长率都得到了显著提高。在草鱼饵料中添加包膜赖氨酸,其增重率、蛋白质效率、血清必需氨基酸平衡指数和蛋白质合成率都得到改善。

3.2.2 将游离氨基酸合成小分子肽。高等动物对小肽吸收机制与游离氨基酸完全不同,小肽的吸收是逆浓度进行的,代表着与游离氨基酸同等重要的氨基酸氮摄入的吸收通路。肠粘膜上存在肽的转运载体,小肽转运系统具有转运速度快、耗能低、不易饱和等特点,而氨基酸则吸收慢、载体易饱和、吸收耗能高,小肽制品已成为一种新型的绿色添加剂。

3.2.3 制作氨基酸螯合物。将氨基酸与其他物质如稀土或矿物元素结合成螯合盐等较稳定的物质,这样都可延缓游离氨基酸的释放与吸收,从而缩小或消灭游离氨基酸与结合态氨基酸吸收的“时间差”,当前已有大量试验证实其有效性。