

研究简报

饲料中蛋白质、脂肪、碳水化合物 对鲤消化酶的影响

EFFECTS OF PROTEIN, FAT AND CARBOHYDRATE IN THE DIET ON THE DIGESTIVE ENZYMES OF CARP

邹师哲

(天津经济管理学校, 300221)

ZOU Shi-Zhe

(Tainjin Economic Management School, 300221)

王义强

(上海水产大学渔业学院, 200090)

WANG Yi-Qiang

(College of Fisheries, SFU, 200090)

张家国

(山东省淡水水产研究所, 济南 250117)

ZHANG Jia-Guo

(Freshwater Fisheries Research Institute of Shandong Province, Jinan 250117)

关键词 鲤, 鱼种, 夏花, 饲料, 消化酶

KEYWORDS carp, juvenile, fingerling, diet, digestive enzyme

中图分类号 Q493; S917

到目前为止, 饲料中不同动植物蛋白比对鲤蛋白酶的影响, 尚未见过报道, 对于脂肪酶, 以前的研究仅是从食性的角度, 测定不同鱼的肝胰脏、肠道的脂肪酶活性, 而饲料中不同脂肪含量对鲤脂肪酶的影响也未见报道。本文研究了在饲料中总蛋白质一定的情况下, 动植物蛋白比例不同对鲤蛋白酶的影响; 不同碳水化合物、脂肪含量对鲤淀粉酶、脂肪酶的影响。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

鱼种为建鲤 (*Cyprinus carpio* var jian), 1995年3月16日取自上海市北新泾鱼种场。饲料投

喂按鱼体重的1.5~2.0%，一天两次，上午8:30，下午4:30，水温14.5~16.5℃，pH为6.8，各水族箱(60cm×48cm×70cm)均采用循环过滤水装置。20天后取样。

鲤夏花为上海本地鲤与兴国红鲤杂交之品种。1995年5月16日取自上海市浦东孙桥特种水产养殖场。饲料按总体重的10%投喂，水温18.5~22.0℃，其他暂养条件与鱼种相同，25天后取样。

1.2 取样

1.2.1 鱼种取样

第二次投喂12h后(取样前一天晚上8:00投喂)开始取样，把所有要取样的鱼同时杀死，称体重，测量体长，取出肝胰脏和肠道，用滤纸吸干，剔去肠道脂肪，剖开去掉内容物，然后用去离子水冲洗干净，分为前、中、后三段，前肠为第一个弯折处之前，后肠为最后一个弯折处之后，中间段为中肠。每个样品均为二条鱼的合并称重，并立即放入塑料袋中置于-30℃低温下保存。

1.2.2 夏花取样

在第二次投喂12h后开始取样。每组取十几条不等。放入带水烧杯称其总体重，然后同时杀死，测量体长，取出肝胰脏，用滤纸吸干，合并称重。取全肠，用镊子排挤出肠道内容物，用去离子水冲洗干净，合并称重，装入塑料袋中，立即置于-30℃低温保存。

1.3 酶液制取

把样品剪碎，用玻璃匀浆器匀浆，用0.02%盐酸稀释至10mL，在温度4℃，4000转/min(G6M型 Beckmen公司制造)，离心30min，取上清液并定容(根据样品的重量而采取不同定容，0.5g以上定容50ml，不足0.5g定容25ml)，24h内测毕。

1.4 测定方法

蛋白酶测定采用福林-酚试剂法[中山大学生物系 1979]。

淀粉酶测定采用淀粉-碘显色法[上海市医学化验所 1979]。

脂肪酶测定参照聚乙烯醇橄榄油乳化液水解法，略加修改[中山大学生物系 1979]。

1.5 饲料配方

以鱼粉，酵母，豆粕粉，面粉为主要原料，以充分满足实验鱼营养需要为原则，并用计算机求得最佳配方，各组饲料均添加2.0%的无机盐和0.1%的复合维生素，具体见表1和表2。

2 试验结果

2.1 蛋白酶活性的变化

(1)鱼种的蛋白酶活性变化如图1。随着饲料中动物蛋白量逐渐增加、植物蛋白的逐渐减少，鱼种肝胰脏和肠道中的蛋白酶活性呈升高的趋势，第1组只含有植物蛋白，其蛋白酶活性最低，并且与其余4个饲料组的差别较大。另外，肝胰脏蛋白酶活性比前、中肠低，而与后肠相近；肠道的蛋白酶活性以前肠最高、中肠次之、后肠最低。

表1 饲料配方

Tab. 1 Composition and nutrient levels of diets

组别	1	2	3	4	5
鱼粉(%)	0	10.2	20.4	30.6	40.8
豆饼(%)	78.7	66.9	55.2	43.0	0
酵母(%)	0	0	0	0	13.8
面粉(%)	17.4	19.1	20.8	22.4	42.4
豆油(%)	3.8	3.6	3.5	3.3	2.6
蛋氨酸(%)	0	0	0	0	0.11
赖氨酸(%)	0.14	0	0	0	0
矿物盐(%)2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
复合维生素(%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

表2 饲料营养成分含量

Tab. 2 Nutrient levels of diets

组别	1	2	3	4	5
蛋白质(%)	37.54	37.62	37.52	37.50	37.23
动物蛋白(%)	0	5.11	10.22	15.34	20.45
植物蛋白(%)	37.54	32.41	27.28	22.16	12.78
动植物蛋白比	0	1:6.30	1:2.67	1:1.14	1:0.62
糖类(%)	40.08	37.97	35.82	33.67	36.70
脂肪(%)	4.61	5.55	6.48	7.41	8.44
总能(kj/100g)	1754.10	1757.27	1754.14	1753.84	1745.40

(2)夏花的蛋白酶活性变化情况如图2所示。肝胰脏和肠道的蛋白酶活性都随着动物蛋白含量的增加而呈上升趋势,第1饲料组的酶活性最低,与其他4组相比差别明显。肠道的蛋白酶活性略高于肝胰脏的。与鱼种相比较,夏花肝胰脏和肠道的酶活性差别较小。另外,夏花的蛋白酶活性要低于鱼种的。

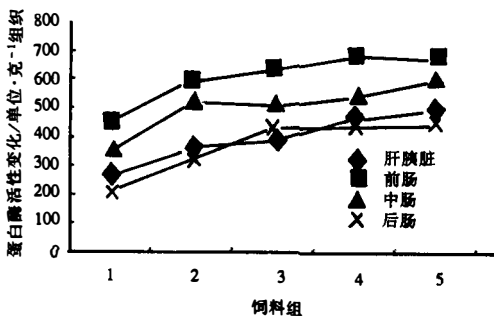


图1 鱼种的蛋白酶活性变化

Fig. 1 The change of activities protein enzyme in the juvenile

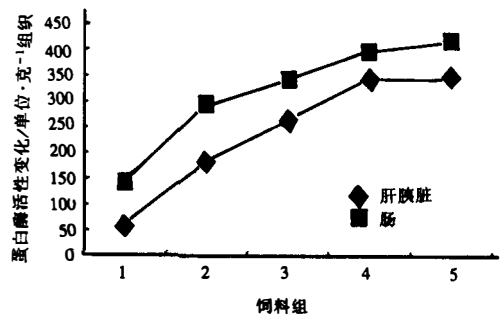


图2 夏花的蛋白酶活性变化

Fig. 2 The change of activities protein enzyme in the fingerlings

2.3 淀粉酶活性的变化

鱼种的淀粉酶活性变化如图3所示。5个饲料组中,第1组淀粉酶活性最高,第2组的酶活性比第1组明显下降,且最低,其他3组相差不大。鱼种肝胰脏淀粉酶活性远远高于肠道的。肠道的淀粉酶活性是前肠最低,中肠次之,后肠最高。

夏花淀粉酶活性变化如图4所示。第1组的酶活性较高,第2组比第1组有所下降,从第2—第5组,酶活性持续上升,以第5组为最高。夏花肠道的淀粉酶活性远高于肝胰脏的。另外,与鱼种相比,夏花的淀粉酶活性很低。

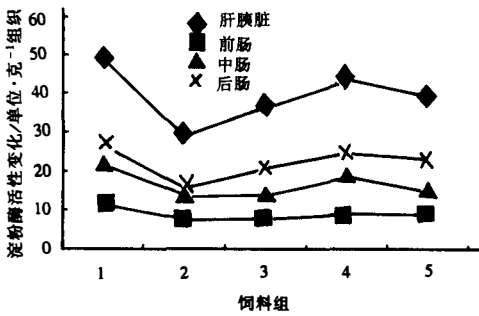


图3 鱼种淀粉酶的活性变化

Fig. 3 The change of activities of amylase in the juvenile

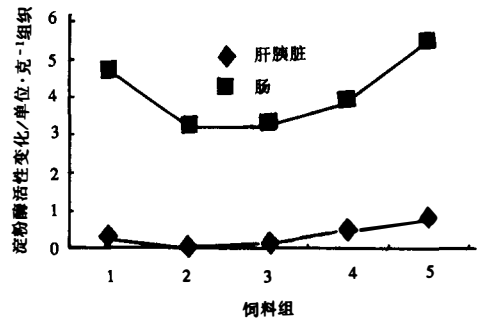


图4 夏花淀粉酶的活性变化

Fig. 4 The change of activities of amylase in the fingerlings

2.4 脂肪酶的活性变化

鱼种的脂肪酶的活性变化如图5所示。5组的肝胰脏脂肪酶活性相差不多,第5组比其他几组稍高一些。鱼种肝胰脏脂肪酶活性明显高于肠道的。肠的酶活性以前肠最高,中肠次之,后肠最低。

夏花的脂肪酶活性变化如图6所示。5个饲料组以第1组酶活性最高,肝胰脏的酶活性第2、3、4组基本相同,第5组略升高,肠道的酶活性除第1组较高外,其他4组差别不大。肝胰脏的脂肪酶活性明显低于肠道的。总的看来,夏花的脂肪酶活性要低于鱼种的。

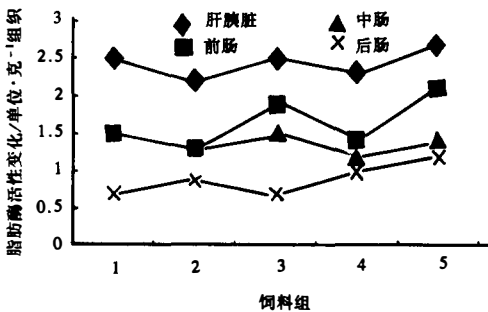


图5 鱼种脂肪酶的活性变化

Fig. 5 The change of activities of fat anzyme in the juvenile

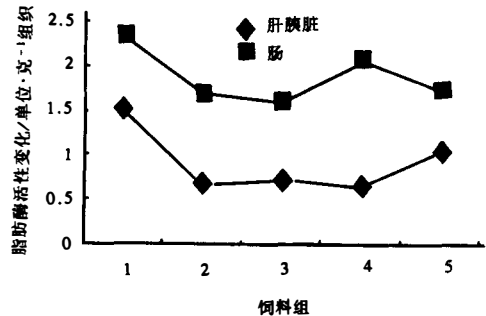


图6 夏花脂肪酶的活性变化

Fig. 6 The change of activities of fat anzyme in the fingerlings

3 讨论

3.1 蛋白酶与饲料的关系

在饲料蛋白质总量相同的情况下,鱼种和夏花蛋白酶活性均随动物蛋白含量增加而上升,且夏花的酶活性上升幅度比鱼种大,前后两组相差近6倍。可以认为,动物蛋白对鲤蛋白酶活性的影响要比植物蛋白大,这说明,鲤虽属杂食性鱼类,但它更倾向利用动物蛋白,并且,鲤在夏花阶段对动物蛋白的需求更多一些,此时,是其生长发育最旺盛时期。

据报道,当饲料中的淀粉含量为20%、鱼粉含量在10%~80%之间变动时,实验开始后5天,鲤肠道中蛋白酶活性便随着饲料蛋白质含量的增加而显著升高[示野贞夫等 1981]。本次实验结果也证实,鲤肝脏和肠道的蛋白酶活性是随动物蛋白的增加而上升的。

鲤是无胃鱼,食物的消化全部在肠中进行。实验结果证实,其食物消化主要在前肠进行。

当饲料中的鱼粉含量30.6%~40.8%、动物蛋白占总蛋白的15.43%~20.45%时,蛋白酶活性的变化已不太显著,这表明此时的动物蛋白含量能满足鱼种夏花的需要。北御门等[1960]研究发现,鲤在饲料蛋白质为38%时,鱼体中蛋白质的增加,大体上达到一定值。本次实验没有测定鱼体蛋白质的变化,但从消化酶并结合生长情况来看,饲料中总蛋白在37%,动植物蛋白比为1:1.4时,基本上可满足鲤鱼种和夏花的需求。

3.2 淀粉酶与饲料的关系

从实验结果看,鱼种和夏花的淀粉酶活性并未随饲料中含糖量而有规律的变化。可以认为,鲤对饲料中的碳水化合物含量有一个适应范围,在这个范围内,碳水化合物对淀粉酶的影响差别不大。另外,夏花的淀粉酶活性远远低于鱼种的。这说明夏花利用碳水化合物的能力很低。因此,在夏花的人工配合饲料中不宜加过多的糖类。鱼种肝脏淀粉酶活性明显高于肠道的,这进一步证实,淀粉酶主要是由肝脏分泌的[王义强等 1990]。但是,夏花却出现相反的情况,肠道淀粉酶活性高于肝脏的,两者相差数十倍。之所以出现这种情况,可能与取样时间有关。换句话说,鱼种和夏花对淀粉的消化在时间上不尽一致。Onish 等[1976]发现,鲤淀粉酶活性的高低也要受投饵次数、取样时间的影响。本次实验取样是在第二次投喂后12h。

根据本次实验结果,鲤饲料中碳水化合物的含量,鱼种37%~39%、夏花34%~35%较为适宜。

3.3 脂肪酶与饲料的关系

国内外对鲤脂肪酶的研究较少,资料不多,从本次实验测定结果看,饲料中脂肪含量对鲤脂肪酶活性有影响,但不大。

研究表明,鲤对脂肪的吸收部位主要在肠的前部,且鲤在夏花阶段已具较强消化脂肪的能力。与鱼种不同,夏花肝脏脂肪酶活性远远低于肠道的,这可能也与取样时间有关。就是说,在摄食前有可能肝脏脂肪酶较高,而肠道较低,摄食后,随着消化过程的持续,肠道酶活性逐渐升高,肝脏的则降低。对于夏花和鱼种肝脏酶活性的这种差别,还有待从组织学方面进一步研究。鲤科鱼类肠粘膜柱状上皮可分泌脂肪酶[王义强等 1990],从鱼种和夏花的肝脏

酶活性来推测,肝脏脏也分泌脂肪酶,而在幼鱼阶段分泌的较少,随着生长发育,分泌的量逐渐增多。

研究发现,鱼种和夏花在利用脂肪方面有差别,鲤夏花对脂肪的需要量比鱼种少,所以,在夏花的人工配合饲料中,脂肪含量应尽量少些。

总的来看,饲料中脂肪含量对鲤消化酶的影响不太明显。

参 考 文 献

- 上海医学化验所等编. 1979. 临床生化检验(上册). 上海:上海科技出版社. 366~368.
- 王义强等. 1990. 鱼类生理学. 上海:上海科技出版社. 128~132.
- 中山大学生物系. 1979. 生化技术导论. 北京:科学出版社. 53~60.
- 示野贞夫ら. 1981. 饲料炭水化合物に対するコイ肝萃藏酵素の适应. 日本水产学会志. 47(1):71~77.
- 北御门ら. 1960. ニジマス消化酵素の研究. 日本水产学会志, 26(7):691~695.
- Onish T, Murayama S, Takeuchi M. 1976. Change in digestive enzyme levels in carp after feeding. ■. Response of protease and amylase to twice-a-day feeding. Bull Jap Soc Sci Fis, 42(8):929~931.