

研究简报

不同蛋白质能量比饲料与夏花草鱼 消化酶的关系

THE RELATIONSHIP OF DIETARY PROTEIN/ENERGY RATIOS AND ACTIVITIES OF DIGESTIVE ENZYME OF JUVENILE GRASS CARP

张家国

(山东省淡水水产研究所, 济南 250117)

Zhang Jia-guo

(Shandong Freshwater Fisheries Institute, Jinan 250117)

王义强 邹师哲

(上海水产大学, 200090)

Wang Yi-qiang and Zou Shi-zhi

(Shanghai Fisheries University, 200090)

关键词 草鱼, 饲料, 蛋白质, 消化酶, 能量

KEYWORDS grass carp, *ctenopharyngodon idella*, diet, protein, digestive enzyme, energy

饲料的能量蛋白比(P/E)是衡量饲料质量的一个重要指标, 这是因为不适宜的能量含量会使蛋白质成为一种能源, 用于产生能量的蛋白质越多, 鱼体排泄的氮就越多, 体内保留的氮越少, 蛋白质效率(PER)就越低, 从而造成蛋白质的浪费。然而, 当饲料中的蛋白质含量适宜而能量水平过高时, 鱼体会过多地吸收热量, 导致体内脂肪的累积; 适宜的能量水平将节省饲料中用于生长的蛋白质。因此, 鱼类饲料配方中保持蛋白质与能量的适宜比值是很必要的。然而, 饲料中不同的P/E值对处于食性转化阶段的稚草鱼的消化酶的影响, 目前尚未见报道。本文通过测定摄食4种P/E比饲料的稚草鱼肝脏和肠道内的几种消化酶活性的变化, 从消化生理的角度来探讨稚草鱼饲料中适宜的P/E值, 以求为生产中提高稚草鱼饲料质量提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验鱼与饲养条件

试验用鱼由上海市浦东孙桥特种水产养殖场提供,平均全长为 4.45 ± 0.47 cm;平均体重为 1.23 ± 0.11 g,在室内循环过滤水族箱(120×48×70cm)中进行饲养,每箱放养80尾,水源是经过曝气去氯的自来水,试验期间平均水温 26.27 ± 2.06 °C,水中溶氧6.50mg/L左右,pH为6.14。试验饲养期40天,日投饵2次,分别于上午9:00和下午3:00左右投喂,每天上午投喂前排污并换水约1/3,投饵量为体重的3—7%。

1.2 试验饲料

试验饲料的组成和营养成分含量见表1,表中无机盐组成为:每克中含乳酸钙;375mg; $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 15mg; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 35mg; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 3mg; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 25mg; NaCl, 375mg; $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, 100mg; KIO_3 , 0.1mg; NaH_2PO_4 , 35.9mg; KH_2PO_4 , 36mg。维生素组成为:每克中含 V_{B1} , 3.0mg; V_{B2} , 10.0mg; V_{B6} , 10.0mg; 泛酸钙, 40.0mg; 尼克酸, 50.0mg; 肌醇, 300.0mg; V_H , 1.5mg; V_C , 50.0mg; V_A , 2000I·U.; V_E , 10.0mg; 氯化胆碱525.5mg。

表1 夏花草鱼试验饲料的组成和营养成分含量(%)

Tab. 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (%)

组别	JD-1	JD-2	JD-3	JD-4	组别	JD-1	JD-2	JD-3	JD-4
饲料组成					营养成分				
国产鱼粉	5.0	10.0	20.0	30.0	干物质	87.86	88.10	88.34	88.58
饲料酵母	0	10.0	20.0	30.0	粗蛋白	15.56	21.62	29.40	37.18
麸皮	65.0	50.0	30.0	10.0	粗脂肪	5.67	6.08	6.84	7.59
小麦面粉	25.9	25.9	25.9	25.9	糖类	60.31	53.15	43.17	33.20
鱼油	2.0	2.0	2.0	2.0	能量(kJ/g)	16.24	16.60	17.03	17.45
无机盐	2.0	2.0	2.0	2.0	P/E(mg/kJ)	9.58	13.02	17.27	21.3
维生素	0.1	0.1	0.1	0.1					

1.3 分析样品的采集与处理

夏花草鱼喂养40天后,采样测量体重、体长,解剖取其肝脏和肠,挤出肠内容物,迅速称重后放入样品袋中,在-30°C的低温冰箱中保存。酶液制备先将样品解冻,加入2ml去离子水,匀浆,高速离心(4000r.p.m.)30分钟,取其上清液,4°C下保存,待测。

1.4 酶活性的测定

(1)蛋白酶活性测定。采用 Folin-phenal 试剂法[中山大学生物系,1979]。

(2)淀粉酶活性的测定。采用碘反应法[上海市医学化验所,1979]。

(3)脂肪酶活性测定。略加变动的采用聚乙烯醇橄榄油乳化液水解法[中山大学生物系,1979]。

1.5 数据处理

对三种消化酶的测定结果进行了单因子方差分析(ANOVA),并用F-检验法和最小显著性极差法(LST)进行了组间的多重显著性比较。

2 结果

消化酶的测定结果见表2。表中蛋白酶活力单位为 μg 酪氨酸/min.g组织;淀粉酶活力单位为 μg 葡萄糖/min.g组织;脂肪酶活力单位为 μg 脂肪酸/min.g组织。

表2 摄食4种饲料的夏花草鱼的消化酶活性比较

Tab. 2 The comparison of activities of digestive enzymes in juvenile grass carp

消化酶	组织	组别	酶活力	F-值	多重比较	
蛋白酶	肝胰脏	JD-1	124.5±29.0	1.8	—	
		JD-2	167.1±30.9		—	
		JD-3	117.0±19.5		—	
		JD-4	131.8±3.9		—	
	肠道	JD-1	171.8±11.6		336.0**	d
		JD-2	207.6±6.9			c
		JD-3	284.6±1.0			b
		JD-4	487.9±17.1			a
淀粉酶	肝胰脏	JD-1	898.8±2.9	17.1**	b	
		JD-2	1295.8±20.6		b	
		JD-3	973.4±190.6		b	
		JD-4	1812.0±209.7		a	
	肠道	JD-1	351.8±71.4		15.2*	b
		JD-2	887.3±75.8			b
		JD-3	808.7±106.7			b
		JD-4	2423.7±451.4			a
脂肪酶	肝胰脏	JD-1	52.6±12.9	4.4	—	
		JD-2	51.6±16.8		—	
		JD-3	61.4±8.7		—	
		JD-4	90.3±9.0		—	
	肠道	JD-1	78.9±2.2		1.9	—
		JD-2	86.0±6.5			—
		JD-3	92.5±11.0			—
		JD-4	92.7±3.0			—

注: * 显著性差异, ** 极显著差异;多重比较栏中,具不同字母的平均值之间统计差异显著($P < 0.05$)。

2.1 蛋白酶

摄食4种P/E试验饲料的夏花草鱼的肝胰脏内蛋白酶活力没有显著性的差异($F=1.80 < F_{0.05}=6.60$),并且其活性的变化趋势也不随着饲料中P/E值的升高而增大。然而,4组夏花草鱼肠道中的蛋白酶的活力差异却极显著($F=336.03 > F_{0.01}=16.70$),用LSR法进行各组平均数之间的多重比较表明,各组之间均有显著性的差异。在本次试验中,蛋白酶活性最大为JD-4组,为487.8活力单位,是最低组JD-1组的284倍。其变化趋势随着P/E值的增大而升高,并且与P/E值(x)成明显的线性关系; $y=26.23x+113.15, r=0.95$ 。

2.2 淀粉酶

摄食4种P/E值饲料的夏花草鱼,其肝胰脏内淀粉酶活力差异极显著。 $(F=17.09 > F_{0.01}=16.70)$,用LSR法进行多重比较表明,JD-4组与其它三组之间有显著性差异,但是,其它三组相互之间的差异却不显著。在本次试验的4种饲料中,JD-4组肝胰脏内淀粉酶活力表现为最大值,达到1812.04个活力单位,是活力最低组(JD-1)的2.01倍。若分别以P/E值和饲料中糖含量作为自变量(x_1, x_2)以肝胰脏中淀粉酶活力作因变量(y_1, y_2),则 $y_1=314.86+60.82x_1, r_1=0.75; y_2=2499.30-26.43x_2, r_2=-0.75$ 。这说明肝胰脏淀粉酶活力与饲料中的P/E值有一定的正相关关系,而与饲料中糖的含量呈某种程度的反相关关系。

四组草鱼肠道内淀粉酶活性之间也存在着显著性差异($F=15.15 > F_{0.05}=6.60$),特别是JD-4组与JD-1组之间差异极显著,但JD-1、JD-2和JD-3组相互之间差异不显著。同样,若以肠道中淀粉酶活力作因变量(y_1, y_2),分别以P/E值和饲料中糖含量作自变量(x_1, x_2)进行直线回归,则 $y_1=155.96x_1-1267.13, r_1=0.88; y_2=4338.32-67.86x_2, r_2=-0.89$ 。这说明,肠道淀粉酶活力也与饲料的P/E值呈正相关,而与饲料中糖含量呈反相关。结果与肝胰脏淀粉酶活性相一致。

2.3 脂肪酶

在本试验中,测定的各组夏花草鱼肝胰脏及肠内的脂肪酶的活性之间没有显著性差异。

3 讨论

3.1 蛋白酶活性

鲤科鱼类的肝胰脏是消化酶产生和储存的场所,蛋白酶是以无活性的酶原颗粒贮存在胰细胞中。王义强、张 俭[1995]研究表明,草鱼(*Ctenopharyngodon idella*)和银鲫无论肠内是空肠还是充满食物,肝胰脏中的胰蛋白酶活性总是比肠内的多,认为胰蛋白酶的消化作用主要在肠内,而肝胰脏中是一个预备阶段。本试验测得的4组草鱼的肝胰脏蛋白酶没有显著性差异($p > 0.05$),这与以上研究者的推断是相一致。另据Kawai和Ikeda[1972]证明,鱼类肠道的消化酶活性与其摄食的饲料性质相适应,蛋白酶活性随鱼粉含量的升高而升高。Das和Tripathi[1991]也发现上述现象的存在。本试验的测定结果4组夏花草鱼肠道蛋白酶存在着极显著的差异($p < 0.01$),并且与饲料的P/E值呈明显的正相关($r=0.95$),这说明,夏花草鱼的肠道蛋白酶活性已经对饲料有了一定程度的适应性变化。因此,可以认为,饲料的性质影响鱼类消化酶活力,从而进一步影响了鱼的生长。

饲料中适宜的P/E值,可以减少蛋白质作为能量被消耗掉,从而使饲料蛋白质充分用于鱼的生长。本试验的草鱼平均体重为1.23克左右,而饲料的P/E比最大为21.30mg/kJ,可能

未达到夏花草鱼饲料的最大值。因此,要从消化生理角度得出稚草鱼饲料中P/E比的最适范围,尚有待进一步的试验。

3.2 淀粉酶活性

Babkin等[1963]发现几种消化酶的浓度经常保持着平行关系,当一种消化酶活性提高时,其它消化酶也提高;当一种消化酶活性减弱时,其它消化酶也随之降低。Das和Tripathi[1991]发现,从池塘中采集的草鱼(摄取人工饲料和天然饵料)比水泥池中投喂单一的树叶蛋白提取物或浮萍的草鱼的淀粉酶高。另据田丽霞、林鼎[1993]研究,投喂以鱼粉作蛋白源饲料的草鱼比投喂以豆饼作蛋白源饲料的草鱼其淀粉酶活性高。本试验亦发现,4组稚草鱼肠道和肝胰脏淀粉酶活性并不是随着饲料中糖含量的升高而增高,而是与之呈反相关关系,却分别与饲料的P/E比呈正相关($r_1=0.88, r_2=0.75$),即随着饲料P/E比的升高而升高。并且与肠道中蛋白酶活性的变化趋势相一致,笔者认为,这可能是由于鱼体自身的神经体液调节机制起作用的结果。

3.3 脂肪酶活性

饲料中的脂肪作为鱼类的能源和必需脂肪酸源以及作为脂溶性维生素的载体。草鱼对脂肪的需要量较低,夏花草鱼对脂肪的适宜需要量为3.6%左右[雍文岳等,1985]。本试验分别用4种脂肪水平的饲料喂养夏花草鱼40天后,其肝胰脏和肠道脂肪酶差异不显著,笔者认为,这可能是由于各组饲料中脂肪含量均已超过了夏花草鱼的需求,从而导致了过多的脂肪未经消化就排出体外,因此,脂肪酶活性没有表现出显著变化。

参 考 文 献

- [1] 上海市医学化验所等编,1979.临床生化检验(上册),366—368.上海科技出版社(沪)。
- [2] 中山大学生物系生化微生物教研室编,1979.生化技术导论,53—60.科学出版社(京)。
- [3] 王义强、张 俭,1995.不同食性鱼类胰蛋白酶活性的测定.鱼虾类营养研究进展,241—246.中山大学出版社(穗)。
- [4] 田丽霞、林 鼎,1993.草鱼摄食两种蛋白质饲料后消化酶活性变动比较.水生生物学报,17(1):58—65。
- [5] 雍文岳等,1985.饲料中脂肪含量对草鱼成长的影响.淡水渔业,(1):1—4。
- [6] Babkin, B. P., 1963. Secretory mechanism of the digestive glands, New York; Paul. B. Hoeber. Inc., pp. 54.
- [7] Das, K. M. and S. D. Tripathi, 1991. Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). *Aquaculture*, 92:21—32.
- [8] Kawai, S. and S. Ikeda, 1972. Studies on digestive enzymes of fishes. II. Effect of dietary change on the activities of digestive enzymes in carp intestine. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 38:265—270.