

花鲢鱼种对 11 种蛋白质饲料原料的消化率

陈建明, 叶金云, 沈斌乾, 潘 茜, 王友慧, 郭建林

(浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001)

摘要: 为获得花鲢对常用蛋白源的可消化性数据, 按照“70% 基础饲料 + 30% 被测原料”的饲料配制方法, 用三氧化二铬指标物, 测定了花鲢鱼种对白鱼粉、褐鱼粉、四海豆粕、加佳豆粕、血粉、蚕蛹粉、啤酒酵母、菜籽粕、棉籽粕、花生粕、玉米蛋白粉等 11 种蛋白原料干物质和粗蛋白的表观消化率。结果表明: 花鲢对 11 种原料的干物质和蛋白质表观消化率分别为 54.84% ~ 86.96% 和 69.17% ~ 96.77%。其中白鱼粉、褐鱼粉、血粉以及豆粕、啤酒酵母等的干物质消化率较高, 白鱼粉、褐鱼粉及豆粕、花生粕等的蛋白质消化率较高。

关键词: 花鲢; 三氧化二铬指标法; 表观消化率

中图分类号: S964.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2009)03-0065-04

饲料原料的营养价值不仅取决于它的化学组成, 而且取决于鱼类对这些养分的吸收和利用率。因此, 测定鱼类对常用饲料原料的消化率是评定其营养成分可利用性的常用手段, 也是编制营养全面、成本合理的鱼用配合饲料配方必不可少的重要步骤(李爱杰, 1996)。花鲢是我国淡水养殖鱼类新品种之一, 对其的营养研究才刚刚起步, 有关其对常用饲料原料的消化率参数尚未见报道。测定了花鲢对 11 种常用蛋白质饲料原料的表观消化率, 在开发优质、高效的环保型花鲢配合饲料时可以本试验结果作为选择合适饲料蛋白源的参考资料。

1 材料与方法

1.1 试验养殖系统

试验采用 12 个容积为 3.6 m^3 ($2.4\text{ m} \times 1.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$) 的水泥池, 水源为经 30 g/m^3 硫代硫酸钠处理后的曝气自来水, pH 7.4~7.5, 试验时充气和定期换水, 使溶解氧在 6.0 mg/L 以上, 试验水温 $23 \sim 25^\circ\text{C}$ 。

1.2 试验鱼

试验鱼为浙江省淡水水产研究所试验鱼场的 1^+ 龄鱼种, 平均体重 $(18.5 \pm 1.2)\text{ g}$ 随机分入 12 个水泥池中, 每池放入试验鱼 100 尾。

1.3 试验饲料

试验饲料由 70% 的基础饲料和 30% 的被测饲料原料组成。基础饲料由鱼粉、糊精、鱼油和预混料

等组成, 其配方和营养成分见表 1。被测饲料原料包括美国产白鱼粉、秘鲁产褐鱼粉、四海豆粕、加佳豆粕、血粉、蚕蛹粉、啤酒酵母、菜籽粕、棉籽粕、花生粕、玉米蛋白粉等 11 种常用的蛋白质原料。被测饲料原料营养成分见表 2。配制试验饲料时, 每种饲料原料粉碎至能全部通过 60 目筛, 按比例混合并搅拌均匀, 制成直径 2.0 mm 的硬颗粒, 在室温下风干后备用。

1.4 试验管理

各池的试验鱼分别用不同的试验饲料驯养 1 周后, 开始正式试验并收集粪便。试验期间, 每天投饲 1 次(上午 9:30 投喂), 投饲至接近饱食。投饲结束 4 h 后开始将鱼捕出, 用挤压法收集粪便, 每隔 1 d 收集 1 次, 连续收集 5 次。收集到的粪便置于培养皿中, 60°C 烘干, 存于冰箱中待分析。

1.5 样品分析和消化率计算

试验饲料、原料和粪便样品的水分含量测定采用 $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ 常压干燥法测定; 粗蛋白含量测定采用微量凯氏定氮法测定; 三氧化二铬含量测定采用二苯碳酰二肼分光光度法。

各表观消化率计算公式(游文章等, 1993; 吴建开等, 1995; 陈建明等, 2005; Foster, 1999; Sugital S H et al, 1998)如下:

基础饲料和试验饲料的干物质表观消化率 $\%$
$$= [1 - (\text{饲料中 } \text{C}_2\text{O}_3 \text{ 含量} / \text{粪中 } \text{C}_2\text{O}_3 \text{ 含量})] \times 100$$

饲料原料干物质表观消化率 $\%$ = (试验饲料干物质表观消化率 - $0.7 \times$ 基础饲料干物质表观消化率) $\div 0.3$
试验饲料蛋白质表观消化率 $\%$ = $[1 - (\text{饲料中 } \text{C}_2\text{O}_3 \text{ 含量} / \text{饲料中蛋白质的含量}) \times (\text{粪中蛋白质的含量} / \text{粪中 } \text{C}_2\text{O}_3 \text{ 含量})] \times 100$

收稿日期: 2008-03-25

基金项目: 浙江省科研院所专项(2005F13003)。

作者简介: 陈建明, 1965 年生, 浙江湖州人, 教授级高工。E-mail: aqua_hbjm@yahoo.com.cn

料原料蛋白质表观消化率 $\% = (\text{试验饲料蛋白质含量} \times \text{试验饲料蛋白质的表观消化率} - 0.7 \times \text{基础饲料蛋白质含量} \times \text{基础饲料蛋白质表观消化率}) \div (0.3 \times \text{饲料原料蛋白质含量})$ 。

表 1 基础饲料配方和营养成分实测 (干物质)

Tab 1 Formulation and proximate analysis of the reference diet (on dry basis)		
原料	Ingredients	比例 $\%$
鱼粉	Fish meal	30
豆粕	Defatted soybean meal	31
糊精	Dextrin	30
鱼油	Fish oil	2
无机盐混合物	Mineral mix	3
维生素预混料	Vitamin mix	1
褐藻酸钠	Sodium alginate	2
	Cr ₂ O ₃ Chromium oxide	1
营养成分	粗蛋白 Crude protein	37.52
Nutrient	粗脂肪 Lipid	5.33
component	Cr ₂ O ₃ Chromium oxide	1.05

表 2 11 种蛋白质原料成分实测 (干物质)

Tab 2 Proximate analysis of 11 protein ingredients (on dry basis)			
原料	粗蛋白 $\%$	粗脂肪 $\%$	
Ingredients	Crude protein	Lipid	
白鱼粉	White fish meal	74.01	11.23
褐鱼粉	Brown fish meal	73.00	8.01
四海豆粕	Four-way defatted soya meal	48.95	3.61
加佳豆粕	Gargill defatted soya meal	48.53	2.55
血粉	Blood meal	94.30	0.60
蚕蛹粉	Silkworm pupae	58.63	30.78
啤酒酵母	Brewer's yeast	53.73	1.06
菜籽粕	Canola meal	44.49	1.82
棉籽粕	Cotton seed meal	44.21	0.52
花生粕	Defatted peanut meal	54.05	1.24
玉米蛋白粉	com protein concentrate	76.93	5.28

2 结果与分析

2.1 花鲢对 11 种蛋白质原料干物质的消化率

根据试验饲料与粪样的 $C_{2}O_{3}$ 含量分析值可以计算出试验饲料的干物质的表观消化率, 从而进一步求出各被测原料的干物质的表观消化率, 其结果见表 3。花鱼骨对 11 种饲料干物质消化率为 54.84% ~ 86.96%。在动物蛋白原料中其中白鱼粉、褐鱼粉和血粉的干物质的表观消化率值均较高分别为 86.48%、85.43% 和 86.96%; 而蚕蛹粉的干物质表观消化率值则相对较低, 仅为 74.45%。在植物蛋白原料中, 豆粕的干物质表观消化率值最高, 约为 84%, 啤酒酵母次之, 为 70.1%; 而玉米蛋白、花生粕、菜籽粕和棉籽粕的干物质表观消化率均低于 70%。

2.2 花鲢对 11 种蛋白质原料蛋白质的消化率

11 种被测原料的蛋白质表观消化率见表 4。从其结果可以看出, 花鲢鱼种对 11 种被测原料的蛋白质表观消化率为 69.17% ~ 96.77%。在动物蛋白原料中, 白鱼粉和褐鱼粉的粗蛋白表观消化率值较高, 分别为 96.77% 和 95.33%; 血粉和蚕蛹粉的粗蛋白表观消化率值略低, 约为 92%。在植物蛋白原料中, 豆粕的粗蛋白表观消化率值最高, 其次为花生粕, 均超过 92%; 玉米蛋白和棉籽粕的粗蛋白表观消化率值则为最差, 仅约 70%。

3 讨论

本试验所用 2 种鱼粉均是经低温蒸汽加工工艺制造而成, 其中蛋白质含量较高、必需氨基酸平衡,

表 3 试验饲料和原料的干物质表观消化率 %

Tab 3 Dry matter apparent digestibility (DMAD) of test diets and ingredients				
饲料和原料	饲料 C ₂ O ₃	粪便 C ₂ O ₃	饲料干物质消化率	原料干物质消化率
Diet and ingredient	Dietary C ₂ O ₃	Fecal C ₂ O ₃	DMAD of diet	DMAD of ingredient
基础饲料 Reference diet	1.05	5.18	79.69	
白鱼粉 White fish meal	0.71	3.89	81.73	86.48
褐鱼粉 Brown fish meal	0.70	3.78	81.42	85.45
四海豆粕 Four-way defatted soya meal	0.69	3.63	81.01	84.08
加佳豆粕 Gargill defatted soya meal	0.69	3.58	80.98	83.98
血粉 Blood meal	0.68	3.76	81.87	86.96
蚕蛹粉 Silkworm pupae	0.69	3.16	78.12	74.45
啤酒酵母 Brewer's yeast	0.69	2.95	76.81	70.10
菜籽粕 Canola meal	0.68	2.58	73.67	59.63
棉籽粕 Cotton seed meal	0.68	2.45	72.23	54.84
花生粕 defatted peanut meal	0.71	2.79	74.59	62.70
玉米蛋白粉 Com protein concentrate	0.69	2.89	76.09	67.70

表4 试验饲料和原料的蛋白质表观消化率

Tab 4 Protein apparent digestibility (PAD) of test diets and ingredients

%

饲料和原料	饲料粗蛋白	粪便粗蛋白	饲料蛋白质消化率	原料蛋白质消化率
Diet and ingredient	Dietary protein	Fecal protein	PAD of diet	PAD of ingredient
基础饲料 Reference diet	37.33	17.28	90.60	
白鱼粉 White fish meal	48.47	18.10	93.18	96.77
褐鱼粉 Brown fish meal	48.19	19.55	92.46	95.35
四海豆粕 Four-way defatted soya meal	41.05	20.21	90.65	92.18
加佳豆粕 Gargill defatted soyameal	40.89	19.81	90.70	92.14
血粉 Blood meal	54.54	26.31	91.25	92.24
蚕蛹粉 Silkworm pupae	43.78	17.16	91.42	92.96
啤酒酵母 Brewer's yeast	42.72	27.15	85.26	79.10
菜籽粕 Canola meal	39.34	19.76	86.78	78.38
棉籽粕 Cotton seed meal	39.38	22.67	84.02	70.95
花生粕 defatted peanut meal	42.41	18.60	88.86	86.40
玉米蛋白粉 Corn protein concentrate	49.29	40.37	80.42	69.17

且富含鱼类所需的必需脂肪酸等其它营养物质。花鲮鱼种对其干物质和粗蛋白消化率均很高,说明花鲮与其它鱼类(李爱杰, 1996 游文章等, 1993 吴建开等, 1995 陈建明等, 2005 Foster 1999 Sugiral S H et al 1998 Bureau D P et al 1998)一样,能很好地利用鱼粉所提供的能量和营养物质。鱼粉是配制花鲮配合饲料良好的蛋白源。但白鱼粉价格昂贵,目前在水产饲料中应用是出于其与 α -淀粉有着较好的亲和力而主要用于制造甲鱼和鳊鱼的粉状配合饲料。因此,在配制花鲮配合饲料时推荐使用褐鱼粉。大豆粕是蛋白质含量较高的植物蛋白源,其干物质和粗蛋白消化率均较高。因此,在考虑必需氨基酸平衡的前提下,将大豆粕用作花鲮配合饲料的蛋白源,部分替代鱼粉蛋白是较为经济合理的。

花鲮对血粉的干物质和蛋白质消化率均较高,与青鱼、团头鲂和翘嘴鲌对血粉的干物质和蛋白质消化率结果非常接近(游文章等, 1993 吴建开等, 1995 陈建明等, 2005)。但其氨基酸组成极不平衡,虽然赖氨酸含量丰富,但异亮氨酸和蛋氨酸含量比鱼粉中含量的1/2还少。因此,血粉在花鲮配合饲料可少量使用,以补充饲料赖氨酸的不足。菜籽粕和花生粕是当前普通鱼饲料中的大宗原料,主要是由于其粗蛋白含量较高,而且价格便宜。但花鲮对其干物质和蛋白质消化率均远低于豆粕,因此,在配制花鲮配合饲料时应当控制其用量。

蚕蛹粉在被测定的动物性原料中干物质表观消化率值相对较低,且蚕蛹粉脂肪含量很高,还具有一

种异味,长期大量使用,会对鱼产品的风味造成不良影响。酵母蛋白质含量较高,虽花鲮鱼种对其蛋白质消化率也较高,但对其干物质消化率较低,而且价格高于豆粕。玉米蛋白粉和棉籽粕的干物质消化率和粗蛋白消化率均较差。因此这些原料均不宜用作花鲮配合饲料的蛋白源。

参考文献:

陈建明,叶金云,潘茜,等. 2005 翘嘴红鲌鱼种对8种蛋白质饲料原料的消化率[J]. 淡水渔业, 35(1): 20-22

李爱杰. 1996 水产动物营养与饲料学[M]. 北京:中国农业出版社.

吴建开,雍文岳,游文章,等. 1995 团头鲂对12种饲料原料消化率和可消化能的测定[J]. 中国水产科学, 2(3): 55-62

游文章,雍文岳,吴达辉,等. 1993 十一种青鱼饲料原料营养价值的评定[J]. 淡水渔业, 23(1): 8-12

Bureau D P, A M Harris, Cho C Y. 1998 Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Aquaculture, 125: 305-325.

Foster 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to the feeds of aquatic animals [J]. Aquaculture Nutrition, (5): 143-145.

Sugiral S H, Dong F M, Rathbone C K, et al 1998 Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds [J]. Aquaculture, 159: 177-202

(责任编辑 杨春艳)

Apparent Digestibility of 11 Protein Ingredients by Fingerlings of *Hemibarbus maculatus* (Bleeker)

CHEN Jian-ming YE Jin-yun, SHEN Bin-qian, QIAN Pan, WANG You-hui, GUO Jian-ling

(Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries Huzhou 313001, China)

Abstract To obtain digestible data of common protein sources for *Hemibarbus maculatus*, an indirect method was introduced by use of formulating 70% basal diet plus 30% target ingredient with chromium oxide as the indicator. The protein ingredients included white fish meal, brown fish meal, Four-way defatted soybean meal, Gargill defatted soybean meal, blood meal, silkworm pupae meal, brewer's yeast, canola, cotton seed meal, defatted peanut meal and corn protein concentration. The apparent digestibility of the 11 protein ingredients and their dry matters was determined respectively for fingerling *Hemibarbus maculatus* (average body-weighting $18.5 \text{ g} \pm 1.2 \text{ g}$). The results showed that the apparent digestibility of dry matter ranged from 54.84% ~ 86.96% and protein was in the range of 69.17% ~ 96.77%.

Key words *Hemibarbus maculatus*; Chromium oxide indicator method; Apparent digestibility