

文章编号:1005-8737(2000)03-0037-04

黑鲷幼鱼饲料蛋白源氨基酸平衡的研究

季文娟

(中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:以黑鲷幼鱼肌肉的氨基酸组成作为幼鱼饲料中必需氨基酸需要量的标准模式,通过必需氨基酸指数(EAAI)和生物饲养试验结果相结合,对黑鲷幼鱼的9种不同蛋白源配比的饲料进行了比较研究,对黑鲷幼鱼配合饲料中氨基酸平衡和蛋白质营养价值进行了评估,筛选出2个高效饲料蛋白源配方;表明EAAI是鱼用饲料蛋白质营养价值评估和氨基酸平衡研究的一种简便有效的评价指标。

关键词:黑鲷幼鱼;饲料蛋白源;氨基酸平衡;必需氨基酸指数

中图分类号:S963.162

文献标识码:A

鱼用配合饲料科学配方的主要依据之一是养殖对象的营养需要指标,即养殖对象对各种营养素的需求量,其中必需氨基酸的需求和平衡尤为重要。已有实验证明鱼类的必需氨基酸为10种^[1,2]。目前确定鱼类的必需氨基酸的种类有3种方法,一是以含有代替蛋白质的氨基酸混合物的饲料来饲养幼鱼而观察其生长;二是测定氮的平衡;三是利用C¹⁴化合物来试验决定鱼类是否能够合成^[2]。但上述方法对试验条件和结果处理都有较高的要求。在对养殖对象的必需氨基酸需求量进行深入研究之前,可从饲料蛋白质的氨基酸组成来评估蛋白质的营养价值,即所谓的化学评定法^[3],一般将鱼肉或鱼卵蛋白质的必需氨基酸组成模式作为饲料中必需氨基酸需求量的依据和标准^[4]。本试验用黑鲷(*Sparus macrocephalus*)幼鱼肌肉的必需氨基酸组成模式作为幼鱼饲料中必需氨基酸需求量的标准,选择了本地资源丰富而易取得的蛋白源以不同比例配制成8组配方的饲料,以小杂鱼鱼糜作为对照组饲料,采用必需氨基酸指数(EAAI)对各组饲料的氨基酸平衡

和蛋白质营养价值进行评估^[5]。并结合幼鱼的投饲试验,比较各组的增重率、饲料系数、蛋白质效率等,筛选出了2组高效配方,其蛋白源的必需氨基酸平衡效果最佳,促生长、饲料效率高,为黑鲷幼鱼的高效配合饲料提供了蛋白源基础配方,同时也为鱼用饲料的蛋白质营养价值的评估和氨基酸平衡的研究提供了一种简便而有效的研究方法。

1 材料和方法

1.1 试验材料

蛋白源采用了本地资源丰富而常见的鱼粉、豆粕、花生粕、麦麸、全麦粉等,加入鱼油、豆油、维生素预混料、矿物盐预混料(课题组自配)及适量粘合剂,以不同的蛋白源组合和配比配成8种不同氨基酸组成模式的黑鲷幼鱼饲料,以小杂鱼鱼糜为对照饲料,对每组饲料分析其氨基酸的组成并计算必需氨基酸指数,同时进行了幼鱼饲养试验。

1.2 投饲试验

黑鲷幼鱼从中科院海洋所石老人育苗试验场购进,在麦岛实验基地水泥池中暂养。幼鱼的平均体重29.3 g,每组20尾,试验在80 L深色玻璃钢桶中进行,海水以20 L/h的流速交换,充气,保持溶氧在7.4~8.1 mg/L, pH 8.0~8.2,盐度30。每日投饲3次至饱食,隔10 d称重1次,试验为期30 d,测定

收稿日期:1999-01-18

基金项目:农业部“八五”重点科研资助项目(渔85-91-06-03-05)

作者简介:季文娟(1942-),女,浙江杭州人,黄海水产研究所研究员,从事水产动物饲料营养研究。

了各组总增重率、饲料转换系数、蛋白质效率。

1.3 饲养试验指标

$$\text{增重率} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

W_0 试验前幼鱼始重, W 试验末鱼重

饲料系数(FCR) = 饲料摄取量/鱼增重量

蛋白质效率(PER) = $1/(\text{饲料系数} \times \text{饲料蛋白质含量})$, 即 $1/(\text{FCR} \times \text{Pro}\%)$

1.4 氨基酸分析

测定了各组试验饲料、黑鲷鱼卵、幼鱼肌肉的氨基酸组成, 测试在日立 835-50 氨基酸分析仪上进行, 分析柱 2.6×150 mm, 填充 2619 树脂, 以柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液洗脱, 茚三酮显色, 以测定结果与标准溶液的出峰时间和峰面积相对比值进行定性和定量计算。样品前处理, 测色氨基酸样品采用碱水解,

其余采用酸水解处理。

1.5 化学评价指标

$$\text{必需氨基酸指数 EAAI} = \sqrt[n]{\frac{aa_1}{AA_1} \times \frac{aa_2}{AA_2} \times \dots \times \frac{aa_n}{AA_n}}$$

$aa_1, aa_2, \dots, aa_n$ 为试验饵料中某一必需氨基酸占必需氨基酸总量之比。

$AA_1, AA_2, \dots, AA_n$ 为标准蛋白质中某一必需氨基酸占必需氨基酸总量之比。

n 为必需氨基酸的种类。

2 结果和讨论

试验饲料、黑鲷鱼卵、幼鱼肌肉的氨基酸组成见表 1。以标准模式测算的各试验饲料的氨基酸指数(EAAI)见表 2。幼鱼饲养试验结果列于表 3。

表 1 试验饲料和鱼卵、鱼肉的氨基酸组成

Table 1 Amino acid composition of test feeds, fish egg and fish meat

氨基酸 Amino acid	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	杂鱼糜 Surimi of trash fish	角卵 Fish egg	幼鱼肉 Meat of juvenile fish
Asp	5.28	3.76	4.10	4.13	4.15	3.25	2.77	3.30	4.32	7.34	8.48
Thr*	2.35	1.47	1.60	1.66	1.62	1.41	1.24	1.41	2.10	6.64	4.00
Ser	2.46	1.67	1.80	1.82	1.82	1.49	1.28	1.53	1.81	6.01	3.06
Glu	9.30	6.79	7.38	7.38	7.37	6.44	5.62	6.57	7.46	17.26	13.95
Gly	2.74	2.33	2.45	2.52	2.49	1.50	1.51	1.51	3.27	4.22	3.83
Ala	2.50	2.02	2.29	2.30	2.32	1.56	1.66	1.63	3.70	6.12	5.63
Cys	0.81	0.69	0.87	0.82	0.83	0.62	0.52	0.41	0.52	0.62	0.70
Val*	2.26	1.66	1.80	1.89	1.85	1.54	1.48	1.51	2.36	6.52	3.83
Met*	0.55	0.56	0.57	0.57	0.58	0.42	0.24	0.19	0.36	1.16	2.49
Ileu*	2.09	1.22	1.46	1.47	1.48	1.27	1.22	1.39	2.01	4.74	4.04
Leu*	3.93	2.66	2.99	3.01	3.00	3.56	2.33	2.67	3.68	7.45	7.31
Tyr	2.09	1.39	1.35	1.37	1.36	1.05	1.06	1.33	1.62	3.62	3.10
Phe*	2.33	1.81	1.85	1.88	1.87	1.61	1.51	1.74	1.81	3.18	3.51
Lys*	2.18	1.32	1.59	1.64	1.60	0.95	1.13	1.13	3.94	4.27	8.11
His*	0.82	0.71	0.81	0.82	0.82	0.68	0.64	0.69	0.80	0.77	1.59
Arg*	2.85	3.08	2.92	2.93	2.91	1.96	1.82	2.24	2.49	5.93	5.55
Pro	1.86	1.64	1.73	1.76	1.75	1.74	1.62	2.06	1.52	4.47	1.68
Trp*	0.63	0.45	0.51	0.52	0.52	0.48	0.41	0.53	0.58	0.60	0.61
Σ	47.03	35.23	38.07	38.49	38.34	31.53	28.06	31.84	44.35	90.92	81.47

* 必需氨基酸。Essencial amino acid.

表 2 饲料的必需氨基酸指数(EAAI)

Table 2 Essential amino acid indexes of test feed

饲料组别 Feed group	1	2	3	4	5	6	7	8	对照 Control
EAAI	0.883 4	0.912 7	0.891 2	0.893 4	0.892 0	0.881 6	0.902 7	0.828 1	0.931 1
增重/% Weighr growth rate	20.3	31.4	25.6	27.3	26.6	21.8	31.3	13.8	36.8

表 3 试验饲料饲养幼鱼试验结果

Table 3 Result of juvenile fish cultured by test feed

组别 Group	平均增重率/% Mean weight growth rate			总增重/% Total growth rate	饲料系数 FCR	饲料蛋白质含量/% Composition of protein	蛋白质效率 PER
	I	II	III				
1	9.7	8.8	1.8	20.3	3.01	47.2	0.704
2	18.2	8.0	5.2	31.4	2.02	43.8	1.130
3	15.0	6.4	4.2	25.6	2.88	44.1	0.787
4	13.0	10.1	4.2	27.3	2.69	44.0	0.845
5	14.0	8.2	4.4	26.6	2.76	44.0	0.823
6	11.8	7.2	2.8	21.8	3.02	38.1	0.869
7	15.3	9.5	6.5	31.3	2.32	35.7	1.210
8	4.9	7.9	1.0	13.8	5.01	38.3	0.521
对照 Control	16.4	13.3	7.1	36.8	2.30	59.9	0.726

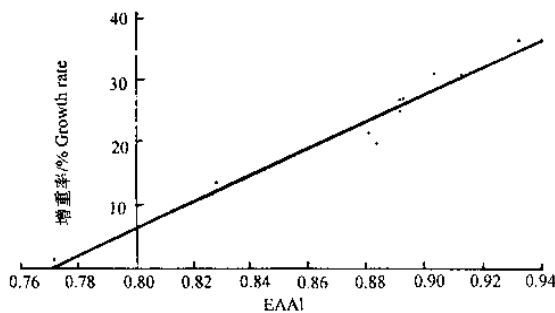


图 1 幼鱼增重率与饲料必需氨基酸指数的关系

Fig. 1 Relationship between weight growth rate of juvenile fish and EAAI

从图中可见, 饲料 EAAI 越高, 幼鱼增重效果越好, 本试验中各组试验饲料都由数种不同的蛋白源

配合而成, 氨基酸组成互补, 因此多数饲料 EAAI 在 0.90 左右, 表明氨基酸平衡较好, 符合黑鲷幼鱼生长的需要, 因此增重明显。从图 1 可见, 若饲料 EAAI 小于 0.80, 估计将影响幼鱼的生长。从表 1 各组饲料氨基酸组成及 EAAI 的计算中可见赖氨酸和蛋氨酸仍为限制性氨基酸, 在实际饲料配方中应添加适量赖氨酸和蛋氨酸, 以进一步提高配合饲料的蛋白质效率及幼鱼的增重率, 降低饲料系数。试验结果表明, 2 号、7 号饲料组幼鱼的生长效果最好, 它们的必需氨基酸指数为 0.90 以上, 表明其氨基酸组成模式基本符合黑鲷幼鱼生长的需要, 与对照组十分接近。试验结果说明通过不同动植物来源的饲料蛋白源的合理配比可达到较好的氨基酸平衡, 从而获得最佳的饲料效率。

表 4 常见蛋白源的必需氨基酸指数

Table 4 Essential amino acid indexes of common protein resources

饲料源 Feed resource	Thr	Val	Met	Ileu	Leu	Phe	Lys	His	Arg	Trp	EAAI
黑鲷幼鱼肌肉 Muscle of black sea bream	4.00	3.83	2.49	4.04	7.31	3.51	8.11	1.59	5.55	0.61	
豆饼 Soybean meal	1.92	2.20	0.57	1.95	3.31	2.37	2.25	1.05	3.15	N.A	0.870 4
花生饼 Peanut meal	1.28	1.19	0.55	1.32	2.69	2.14	1.27	0.88	4.32	N.A	0.792 4
麦麸 Wheat bran	0.51	0.65	0.21	0.47	0.95	0.67	0.49	0.34	0.926	N.A	0.865 4
棉仁饼 Cotton meal	1.28	1.58	0.49	1.08	1.99	1.86	1.33	0.89	3.84	N.A	0.799 6
全麦粉 Wheat powder	0.34	1.56	0.21	0.43	0.82	0.65	0.31	0.25	0.573	N.A	0.754 8
鲱鱼粉 Anchovy fish meal	2.90	3.64	1.32	3.06	5.68	3.13	4.88	1.67	3.73	N.A	0.928 2
肉骨粉 Meat and bone meal	2.36	4.47	0.06	1.96	4.33	2.21	1.95	6.98	5.01	N.A	0.545 0
发酵血粉 Fermented blood meal	1.06	2.72	0.14	0.71	3.15	1.80	1.78	4.87	1.51	N.A	0.595 5
羽毛粉 Feather meal	3.37	7.47	-	3.68	6.57	4.47	0.76	10.04	5.40	N.A	0.432 9
啤酒酵母 Beer yeast	2.26	3.12	0.95	1.95	3.33	1.86	3.44	4.19	2.70	N.A	0.841 4
酵母 Yeast	2.12	2.35	1.06	1.98	2.73	1.71	2.63	0.72	1.98	N.A	0.935 8
玉筋鱼 Sand lance	2.05	2.73	0.27	2.27	3.58	2.21	3.47	0.69	2.49	N.A	0.815 0
紫贻贝 Mussel	3.66	3.47	1.03	2.99	4.59	3.29	6.02	1.32	4.76	N.A	0.904 4
干酪素 Casein	4.2	6.9	3.1	5.5	9.1	5.6	8.8	3.2	2.90	0.4	0.751 1
明胶 Gelatine	1.8	2.4	0.9	1.3	2.9	2.1	3.8	0.8	8.0	0.1	0.613 0

表 4 列出了常见鱼用饲料蛋白源以黑鲷幼鱼肌肉的氨基酸组成为比较标准的氨基酸指数, 根据表 4 结果, 可以对黑鲷配合饲料配方中本地区资源丰富易取得的蛋白源营养价值进行评估。Philipps 等人^[6]在研究虹鳟的饲料蛋白质需要时首次提出了用饲养对象身体组织的氨基酸组成模式来测定它对饲料中的蛋白质需要。此外, 各国学者的研究表明了试验动物的整个身体组织的必需氨基酸组成和饲料中氨基酸的需要有着明显的相关关系, 如日本对虾^[7], 鲤^[8], 斑点叉尾鲷^[9]等。根据这些假设, 当缺乏投饲试验的结果时, 可以利用必需氨基酸指数 (EAAI) 来评估蛋白源的营养价值。

根据 Oser^[10]的评估方法, 当 EAAI 达 0.90 时此蛋白源为优质的, 当 EAAI 为 0.80, 此蛋白源尚可使用, 而 EAAI 小于 0.70 此蛋白源为不适用。从表 4 可见鲢鱼粉、酵母、紫贻贝、豆饼等为黑鲷饲料的优质蛋白源, 花生饼、麦麸、棉仁饼、全麦粉、啤酒酵母、玉筋鱼、干酪素等为黑鲷饲料的适用蛋白源, 而发酵血粉、羽毛粉、肉骨粉、明胶等不适合作为黑鲷饲料的单一蛋白源。

综上所述, 用 EAAI 可对鱼用饲料蛋白源的营养价值进行评估, 对本地资源丰富易得的饲料蛋白源加以合理配比, 配制成优质的蛋白源饲料, 达到氨基酸平衡, 提高饲料的蛋白质效率, 降低饲料系数。

参考文献:

- [1] 林 鼎. 鱼类营养与配合饲料[M]. 广州: 中山大学出版社, 1987. 15-17.
- [2] 荻野珍吉. 鱼类之营养和饲料[M]. 台北: 国立编译馆, 1980. 127-153.
- [3] 裴鲁青, 蒋霞敏, 尤仲杰, 等. 中国对虾配合饲料化学评价法的研究[J]. 浙江水产学院学报, 1992, 11(2): 73-80.
- [4] 廖翔华, 等. 草鱼营养需要量和饲料配方的研究[J]. 饲料与畜牧, 1987, (4): 3-6.
- [5] Penafiora V Dy. An evaluation of indigenous protein sources as potential component in the diet formulation for tiger prawn. *Penaeus monodon*, using essential amino acid index (EAAI) [J]. Aquaculture, 1989, 83: 319-330.
- [6] Philipps A M Jr, Brockway D R. The nutrition of trout. II Protein and carbohydrate[J]. Prog Fish Cult, 1956, 18: 159-164.
- [7] Deshimaru O, Shigeno K. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus* [J]. Aquaculture, 1972, 1: 115-133.
- [8] Cowey C B, Tacon A G J. Fish nutrition-relevance to invertebrates [A]. G D Pruder, C J Langdon, D E Conklin. Proceedings of the second international conference on aquaculture nutrition: Biochemical and physiological approaches to shellfish nutrition [C]. 1983. 13-30.
- [9] Wilson R P, Poe W E. Relationship of whole body and egg essential amino acid pattern to amino acid requirement patterns in channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. Comp Biochem Physiol, 1985, 80B: 385-388.
- [10] Oser B L. Protein and amino acid nutrition [M]. New York: Academic Press, 1959. 281-295.

Studies on amino acid balance in protein sources of feed for black sea bream *Sparus macrocephalus*

Ji Wen-juan

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: By means of essential amino acid index (EAAI) and animal growth experiments, using the amino acid composition of the muscle in black sea bream juvenile as standard EAA requirement model for fish feed. The effects of nine different formulae of feed protein sources were compared. The amino acid balance and the nutritional value of the protein sources in feed for the juvenile of black sea bream were studied. Two formulae of protein sources were selected to be most effective. It suggests EAAI be an effective and simple assessment standard in studies on valuation of amino acid balance in protein sources of fish feed.

Key words: *Sparus macrocephalus*; juvenile fish; amino acid balance; EAAI; feed protein sources