

文章编号:1005-8737(2001)04-0058-04

摄食促进物质对真鲷摄食和生长的影响

梁萌青, 于宏, 常青, 陈超

(中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:将甘氨酸+丙氨酸+组氨酸+精氨酸、甘氨酸+丙氨酸+组氨酸+精氨酸+甜菜碱、甘氨酸+丙氨酸+缬氨酸、甘氨酸+丙氨酸+缬氨酸+甜菜碱作为摄食促进物质, 分别添加到真鲷配合饲料中饲喂真鲷, 探讨摄食促进物质对真鲷摄食和生长的影响。结果表明, 添加摄食促进物质不仅可促进真鲷的摄食性, 增加其摄食量, 还可以提高真鲷的增重率、饲料效率、蛋白效率。添加甜菜碱对促进真鲷的摄食性无作用, 但可促进真鲷的生长。

关键词:摄食促进物质; 真鲷; 摄食率; 增重率; 饲料效率; 蛋白效率

中图分类号:S963.73

文献标识码:A

饲料质量的优良取决于其营养成分是否满足养殖鱼的营养需求, 如果饲料营养全面, 但因鱼适口性差而摄食量少, 一方面使维持健康所需的营养成分无法摄取补给, 另一方面, 未被鱼利用的饲料会污染水质。有效的摄食促进物质能带动价格低且不受鱼虾喜好的原料的使用, 包括植物性蛋白和碳水化合物等。

通常, 饲喂海水鱼类的饲料含有大量的动物蛋白和鱼粉^[1]。有人建议对肉食性动物用植物蛋白代替昂贵的动物蛋白, 但主要障碍除了营养成分外, 还有饲料的适口性差。据报道虹鳟、红鱼饲料中包含豆饼, 其饲料消化吸收减少^[2]。此外, Davis等^[3]报道红鱼对大豆蛋白的适口性较差。McGoogan和Gatlin^[4]报道在豆饼为主蛋白源的红鱼饲料中添加甘氨酸可提高其生长和摄食率。Gomes等^[5]的试验显示, 欧洲鲈鱼不论是以大豆蛋白还是以玉米谷朊粉为主蛋白源的饲料, 其摄食率均较低, 但在其饲料中添加氨基酸等诱食物质, 能改进其摄食、生长和摄食率。

从科学和实际的观点出发, 摄食促进物质都是非常重要的, 它不仅使鱼类在较短的时间内得到饲料, 促进摄食行为, 提高存活率, 减少饲料浪费, 而且有研究表明, 许多摄食促进物质可以促进消化酶的分泌, 活跃鱼体的消化和吸收功能, 因而可促进生长, 提高饲料效率^[6]。通常与肉食性鱼类味觉有关的化合物是氨基酸、核苷酸季铵化合物有机酸低分子动物组织成分^[7]。据报道^[8], 摄食促进物质混合物比单一化合物更有效。为此本文对海水鱼主要养殖品种真鲷的摄食促进物质进行研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验饲料用鱼粉、酪蛋白、糊精、鱼油、维生素混合物、无机盐混合物配制而成, 基础饲料配方见表1。甘氨酸、丙氨酸、组氨酸、精氨酸、缬氨酸等为上海政翔化学试剂研究所生产, 层析纯, 甜菜碱为芬兰进口。摄食促进物质配方见表2, 试验饲料共5组, 按表2所示的用量混匀备用, 然后分别加入各组饲料中。

1.2 投喂试验

试验鱼取自黄海水产研究所小麦岛基地人工孵化的健康真鲷, 平均体重 (5.38 ± 0.7) g, 试验在50

收稿日期:2001-01-15

基金项目:山东省科委资助项目(981051321)

作者简介:梁萌青(1963-), 女, 副研究员, 从事水产动物营养与饲料研究。

L 的玻璃钢桶中进行, 每组放鱼 20 尾, 各设 2 平行组。海水经砂滤, 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。每日投喂 3 次, 投喂至饲料略有剩余, 收集残饵, 试验开始和结束时逐尾测其体重, 试验共进行 31d, 分别计算增重率、摄食率、饲料效率、饲料系数(FCR)、蛋白效率。

1.3 试验指标计算

$$\text{增重率} = (W_{\text{终}} - W_{\text{始}}) / W_{\text{始}}$$

$W_{\text{终}}$ —试验结束时的体重; $W_{\text{始}}$ —试验开始时的体重。

$$\text{摄食率} = (t_1 - t_2) / t_1$$

t_1 —饲料投喂量; t_2 —饲料残留量。

饲料效率 = 鱼体增重量 / 饲料摄取量;

FCR = 饲料摄取量 / 鱼体增重量;

蛋白效率 = $1 / (\text{FCR} \times \text{蛋白质含量} \%)$ 。

表 1 试验饲料基本组成

成分 Ingredient	含量 Content
鱼粉 Fish meal	40
酪蛋白 Casein	30
糊精 Dextrin	10
鱼油 Fish oil	15
维生素混合物 Vitamin mix	2
无机盐混合物 Mineral mix	3

表 2 摄食促进物质组成

Table 2 Composition of feeding stimulants

组别 Group	组成 Ingredient	用量 Used amount
1	对照 Control	
2	甘氨酸 + 丙氨酸 + 组氨酸 + 精氨酸 Gly + Ala + His + Arg	氨基酸 Amino acids 0.5mol
3	甘氨酸 + 丙氨酸 + 组氨酸 + 精氨酸 + 甜菜碱 Gly + Ala + His + Arg + Betaine	氨基酸 Amino acids 0.5mol, 甜菜碱 Betaine 0.3%
4	甘氨酸 + 丙氨酸 + 缬氨酸 Gly + Ala + Val	氨基酸 Amino acids 0.5mol
5	甘氨酸 + 丙氨酸 + 缬氨酸 + 甜菜碱 Gly + Ala + Val + Betaine	氨基酸 Amino acids 0.5mol, 甜菜碱 Betaine 0.3%

2 结果与讨论

2.1 摄食促进物质对真鲷摄食的影响

各组饲料摄食率见表 3。由表 3 可见, 添加摄食促进物质的试验组摄食量、摄食率均比不添加摄食促进物质的对照组高。如果把对照组的摄食率当作 100, 那么 A_1 组的相对摄食率为 124, A_1 + 甜菜碱组的相对摄食率为 106; A_2 组的相对摄食率为 116,

A_2 + 甜菜碱组的相对摄食率为 105。这说明摄食促进物质对真鲷的摄食的确起到作用。从表 3 还可以看出, 添加甜菜碱的 3、5 组与未添加甜菜碱的 2、4 组相比, 其摄食率并没有增加。据报道^[9]甜菜碱对金鲳、鳊、石鲈、菱体兔牙鲷、豹东方鲀具有促摄饵活性, 与氨基酸共存时活性将更高, 这与本试验的结果不一致。

表 3 各组饲料摄食率

Table 3 Intake rate of experimental diets

组别 Group	摄食促进物质 Feeding stimulant	摄食量/g Intake volume	摄食率/% Intake rate	相对摄食率 Relative intake rate
1	对照组 Control	73.0 ± 1.0 ^a	57.9 ± 1.2 ^a	100
2	A_1	77.2 ± 2.2 ^b	61.3 ± 1.7 ^b	124
3	A_1 + 甜菜碱 A_1 + Betaine	84.4 ± 4.4 ^c	67.0 ± 3.5 ^c	106
4	A_2	76.9 ± 1.9 ^b	61.0 ± 1.5 ^b	116
5	A_2 + 甜菜碱 A_2 + Betaine	90.5 ± 5.0 ^d	71.8 ± 4.0 ^d	105

注: A_1 —甘氨酸 + 丙氨酸 + 组氨酸 + 精氨酸 Gly + Ala + His + Arg; A_2 —甘氨酸 + 丙氨酸 + 缬氨酸 Gly + Ala + Val。表中同列数据上标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。Values with different superscripts in the same columns show significant difference.

鱼类主要靠嗅觉和视觉觅食, 食物的味道是决定吞咽的关键^[10]。鱼类的味觉感受器对食物中一

些特别的化学气味的反应似乎具有高度的种间特异性^[11]。饲料的接受性及适口性在鱼类生长及养成

阶段虽不是主要问题,但在幼鱼开始摄饵阶段却是很重要的问题。当幼鱼开始摄食时,对于人工配合饲料的接受性及使用状况很差,往往有 50% 鱼苗因不食用人工配合饲料而死亡^[12]。诱食剂的添加可缓解鱼因面临疾病及紧迫时所造成的摄食减少,大量营养物质的摄取,可降低鱼疾病的发生率。

Carr^[13]提出了从动物组织中提取的诱食剂的 4 个主要特点:分子量低,含氮,具不挥发性及水溶性,两性(即同时具有酸和碱的特性,如氨基酸、甜菜碱等),这些物质可以改善肉食和杂食动物的摄食行为。

2.2 摄食促进物质对真鲷促生长的影响

5 种饲料饲养真鲷的结果见表 4。由表 4 可见,添加摄食促进物质的饲料效率分别为 114.7%、138.3%、128.6%、137.2%,对照组为 60.1%。添加摄食促进物质增重率分别为 54.8%、61.2%、75.6%、83.5%,对照组为 29.3%。摄食促进效果试验中显示,添加甜菜碱对真鲷的摄食没有明显的促进

作用。而在真鲷的生长试验中,添加甜菜碱组的鱼增重率、饲料效率均比不添加甜菜碱的高。这可能是因为甜菜碱为蛋氨酸的合成提供甲基与脂肪代谢促进肝脂迁移,影响血液脂蛋白浓度,改善线粒体脂肪酸的氧化过程,从而提高鱼的增重率^[14]。

可见,在饲料中添加摄食促进物质,真鲷从饲料中摄取的营养物质可较好地由鱼体转换和储存。换言之,可改善中料的营养价值,提高饲料效率。

因为添加摄食促进物质并没有破坏饲料在水中的稳定性和营养成分之间的平衡,所以添加摄食促进物质提高生长和饲料效率的原因,很可能是因为摄食促进物质对鱼的味觉刺激、消化吸收和代谢功能有促进作用。竹田正彦等^[15]探讨鳗鱼配合饲料中摄食促进物质的添加效果,指出饲料之呈味物质不仅提高摄饵活性,而且透过神经系统增进营养成分的消化吸收,提高肝脏代谢酵素活性,使吸收利用养分更有效。

表 4 各组饲料喂养结果

Table 4 Results of feeding

组别 Group	增重率/% Weight gain rate	成活率/% Survival rate	饲料效率/% Feed efficiency	饲料系数 FCR	饲料蛋白质含量/% Protein	蛋白效率 PER
1	29.3±2.35 ^a	98±3	60.1±2.7 ^a	1.66±0.5 ^a	51.2±0.3	1.18±0.1 ^a
2	54.8±3.27 ^b	100±0	114.7±1.0 ^d	0.87±0.2 ^c	53.6±0.5	2.14±0.0 ^c
3	61.2±1.27 ^c	100±0	138.3±1.2 ^d	0.72±0.1 ^d	53.4±0.3	2.60±0.1 ^b
4	75.6±3.52 ^d	100±0	128.6±1.5 ^c	0.78±0.2 ^b	51.8±0.5	2.48±0.1 ^d
5	83.5±3.25 ^e	100±0	137.2±3.5 ^d	0.73±0.3 ^d	51.5±0.4	2.66±0.1 ^b

注:表中同列数据上标不同字母表示差异显著(P<0.05)。Values with different superscripts in the same columns show significant difference.

3 结论

在真鲷配合饲料中,添加甘氨酸+丙氨酸+组氨酸+精氨酸、甘氨酸+丙氨酸+组氨酸+精氨酸+甜菜碱、甘氨酸+丙氨酸+缬氨酸、甘氨酸+丙氨酸+缬氨酸+甜菜碱作为摄食促进物质分别喂真鲷,可促进真鲷的摄食性,增加其摄食量,还可提高真鲷的增重率、饲料效率、蛋白效率。添加甜菜碱对促进真鲷的摄食性无作用,但可促进真鲷的生长。

参考文献:

- [1] Gatlin D M. Nutrition and feeding of striped bass and hybrid striped bass[A]. Striped Bass and other Morone Culture[C]. Amsterdam: Elsevier, 1997. 235-251.
- [2] Reigh R C, Ellis S C. Effects of dietary soybean and fish-protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets[J]. Aquaculture, 1992, 104: 279-292.
- [3] Davis D A, Jirsa D, Arnold C R. Evaluation of soybean proteins as replacement for menhaden fish meal in practical diets for red drum *Sciaenops ocellatus*[J]. J World Aquacult Soc, 1995, 26: 48-58.
- [4] McGoogan B B, Gatlin D M. Effects of replacing fish meal with soybean meal in diets for red drum *Sciaenops ocellatus* and potential for palatability enhancement[J]. J World Aquacult Soc, 1997, 28(3): 374-385.
- [5] Gomes E, Dias J, Kaushik S J. Improvement of feed intake through supplementation with an attractant mix in European sea bass fed plant protein rich diets[J]. Aquat Living Resour, 1997, 10: 385-389.
- [6] 王军萍, 韩希福. 鱼类诱食剂的研究[J]. 河北渔业, 1994, (8): 7-10.
- [7] Carr W E S, Netherton J C Jr, Gleeson R A, et al. Stimulants of feeding behavior in fish: analyses of tissues of diverse marine organisms[J]. Biol Bull, 1996, 190: 149-160.

- [8] Takeda M K, Matsui K. Identification of feeding stimulants for juvenile eel[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1984, 50: 645 - 651.
- [9] Carr W E S, Chaney T B. Chemical stimulation of feeding behavior in pinfish, *Lagodon rhomboides*: characterization and identification of stimulatory substances extracted from shrimp[J]. Comp Biochem Physiol, 1976, A 54: 437 - 441.
- [10] Adron J W, Mackie A M. Studies on the chemical nature feeding stimulants for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson[J]. J Fish Biol, 1978, 12: 303 - 310.
- [11] Goh Y, Tamura T. Effect of amino acids on the feeding behaviour of red sea bream[J]. Comp Biochem. Physiol, 1980, 66c: 225 - 229.
- [12] 张仲佐, 沈士新. 氨基酸—水产饲料中的诱引物质[J]. 养鱼世界(台湾), 1996, (6): 59 - 62.
- [13] Carr W E S. Chemical stimulation of feeding behaviour[A]. Chemoreception in Fishes[C] Amsterdam: Elsevier, 1982. 259 - 273.
- [14] 吉红. 鱼饲料中的非营养性促生长剂[J]. 饲料研究, 1996, (5): 14 - 18.
- [15] 竹田正彦, 细川秀毅, 浜田初三郎, 等. 向鳗鱼饲料中添加摄食促进物质的效果[J]. 养殖, 1987, 24(3): 108 - 112.

Effects of feeding stimulant on intake and growth of red seabream *Pagrosomus major*

LIANG Meng-qing, YU Hong, CHANG Qing, CHEN Chao

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

Abstract: Gly + Ala + His + Arg (A_1), A_1 + betaine, Gly + Ala + Val (A_2), A_2 + betaine as feeding stimulants were added into compound diets to feed *Pagrosomus major* 3 times per day. The average initial body weight of the fish was (5.38 ± 0.7) g, and DO 7.4~8.1 mg/L, pH 8.0~8.2, salinity 30. After 31 d rearing, the results show that the intake rates increase as the following order: $A_1 > A_2 > A_1$ + betaine $> A_2$ + betaine $>$ control; the weight increment as following: A_2 + betaine $> A_2 > A_1$ + betaine $> A_1 >$ control, and feed efficiency: A_1 + betaine $> A_2$ + betaine $> A_2 > A_1 >$ control; with the addition of betaine, there is a negative effect on intake rate, but there is a positive effect on fish growth.

Key words: feeding stimulant; *Pagrosomus major*; intake rate; weight gain rate; feed efficiency; protein efficiency

(上接 72 页 Page 72 continuing)

Wave-eliminating features of floating breakwater in protection of seawater culture cages

SHENG Zu-yin¹, SUN Long²

(1. Institute of Traffic and Ocean Engineer, Hehai University, Nanjing 210098, China;

2. Planning & Designing Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: Two floating breakwater models (box breakwater and raft breakwater) were designed at the conditions that the high-tide water depth was 15 m and tide height 3.5 m at force 8 wind. In the test, some additional conditions were added that the tide height had another 3 levels: 1.5, 2.5 and 3.5 m, and the wave steep at 10, 15 and 20, respectively. The results show that the models have good effects in deep water with short wave; when d/L (ratio of water depth and wave length) > 0.5 , both models can get good effect; when $d/L < 0.2$, both get bad effect. It comes to the conclusion that the raft breakwater is more feasible, portable, economical and secure in protecting the seawater culture cages in wave and in normal seawater exchange.

Key words: seawater culture cages; floating breakwater; wave-eliminating feature