

饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼 生长性能和体组成的影响

柯巧珍¹, 余训凯¹, 张永兴², 潘滢¹, 陈秋平¹, 黄匡南¹, 陈佳¹, 翁华松¹,
包欣源¹, 韩坤煌¹, 刘永裕³, 刘家富¹

(1. 大黄鱼育种国家重点实验室、宁德市富发水产有限公司, 福建 宁德 352103;

2. 驻马店市成胜生物科技有限公司, 河南 驻马店 463000; 3. 宁德市蕉城区水产技术推广站, 福建 宁德 352100)

摘要:以初始体重为 48.23 ± 1.25 g 的大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 为试验对象, 研究饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼生长性能、体组成的影响. 添加胜肽试验组所用饲料为添加 500mg/kg 胜肽产品配制成软颗粒饲料; 添加胜肽-益生菌试验组所用饲料为添加 500mg/kg 胜肽产品和 500mg/kg 益生菌产品配置成的软颗粒饲料; 对照组所用饲料为未添加胜肽和益生菌产品而以相同配方配制成的软颗粒饲料. 整个养殖试验的周期为 12 周, 并于海水浮式网箱中进行. 结果表明, 饲料中添加胜肽和胜肽-益生菌均显著提高大黄鱼的终末体重 (*FW*)、特定生长率 (*SGR*)、鱼体增重率 (*WGR*)、饲料效率 (*FE*) 和粗脂肪含量 ($p < 0.05$); 饲料中添加胜肽对大黄鱼水分、粗蛋白、灰分、肝脏指数 (*HSI*)、内脏指数 (*VSI*) 和肥满度 (*CF*) 的影响不显著 ($p > 0.05$); 添加胜肽-益生菌饲料组 *VSI* 显著高于添加胜肽饲料组和对照组 ($p < 0.05$).

关键词: 海洋生物学; 大黄鱼; 胜肽; 益生菌; 生长性能; 体组成

DOI:10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2018. 01. 017

中图分类号: P735

文献标识码: A

文章编号: 2095-4972(2018)01-0141-05

大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 属石首鱼科, 黄鱼属, 有黄花鱼、黄瓜鱼等俗称, 有着肉质细嫩鲜美、金鳞朱唇、体形优美的优点从而备受消费者的青睐. 它是我国特有的海水养殖鱼类, 2015 年全国大黄鱼养殖产量为 1.48×10^5 t, 主要分布在福建、浙江和广东沿海地区, 是养殖规模最大的海水养殖鱼类^[1]. 大黄鱼养殖产业迅速发展, 已经成为我国渔业经济增长的重要环节. 但是随着养殖规模扩大化和养殖方式集约化进程的发展, 海水中的营养条件、养殖环境、人为的饲养管理等因素给水产动物的生长造成大量胁迫, 极易导致水产生物生长缓慢、病害频繁爆发等问题, 造成抗生素的大量使用, 对水产养殖业的发展有着巨大的负面影响^[2-4]. 因此, 开发并利用对养殖生物生长有促进作用的环保型饲料添加剂成为水产养殖业发展的新出路^[5].

近年来, 许多学者发现, 在动物消化道蛋白质水解产物中, 由 2~3 个氨基酸组成的小肽占了很大一部分, 他们可直接被肠壁吸收利用^[6], 有利于提高蛋白质的沉积和水产动物的摄食和消化, 改善饲料的利用效果, 并提高动物免疫力和成活率^[7]. 多位学者的研究证实, 小分子多肽具有促进生长、提高机体抗氧化能力、促进机体脂肪代谢、增强机体免疫能力等作用^[8-13]. 枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*, 益生菌) 及其对其他蛋白质的代谢产物 (胜肽) 广泛应用于农业、畜牧业与保健食品上^[14]. 自然界中有多种多肽具有生物活性, 包括免疫活性、神经活性等, 具体的有胰岛素、类胰岛素生长因子 (IGFs)、表皮细胞生长因子 (EGF) 等, 其可以促进细胞增殖. 该胜肽产品可能含有与某些生物活性肽结构相似之小分子多肽, 可发挥与动物体内的活性肽相似的作用. 同

收稿日期: 2017-06-20

基金项目:福建省科技计划对外合作资助项目 (2015H002); 福建省自然科学基金资助项目 (2017J06022); 现代农业产业技术体系专项资金资助项目 (CARS-47); 中央引导地方科技发展专项资金资助项目 (2017L3019)

作者简介:柯巧珍 (1986~), 女, 硕士, 工程师; E-mail: keqiaozhen@139.com

通讯作者:刘家富 (1940~), 男, 研究员; E-mail: 13905936391@136.com

时,枯草芽孢杆菌本身具有抑制杂菌生长的能力,并适度刺激宿主的肠道粘膜免疫反应,肠道是消化系统的重要器官,健康的肠道有助于吸收食物中的营养。目前,台湾成胜生物科技有限公司已将胜肽产品应用于石斑鱼(*Epinephelus akaara*)养殖,其添加胜肽饲料组的增重率平均比无添加对照组增重率多出约 32%,促生长效果显著。

本研究与台湾承虹生物科技有限公司合作,利用胜肽和益生菌作为饲料添加剂,并评估其在大黄鱼生长性能和体组成的影响,以期与健康环保型促进大黄鱼品质提升的饲料改进剂的开发、应用作出贡献。

1 材料与方法

1.1 实验材料

本实验所用胜肽和益生菌由台湾成胜生物科技有限公司提供(登记证号:2015 外饲准字 245 号),枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)以大豆蛋白为原料,采用枯草芽孢杆菌发酵作用,再经发酵液分离。实验所用胜肽产品是发酵过滤液再经纯化、包埋造粒等工艺生产所得。胜肽产品为浅棕色固体颗粒,基本营养成分为:粗蛋白质 6.77%,粗脂肪 2.20%,粗纤维 5.60%,灰分 12.16%,水分 1.65%。利用快速凝胶过滤色谱法分析测定胜肽分子质量,其主要组成为 20 肽以下的小分子多肽,所占比例为 71.56%,其中分子质量 <1 200Da 的小肽的含量占了小分子多肽的 47.26%。实验所用益生菌为酵液分离出的固体经干燥后所得的原始菌粉,最终加工产品为浅棕色固体颗粒且没有添加其他物质。

1.2 实验饲料

以市售大黄鱼粉状配合饲料为基础,添加 500 mg/kg(胜肽产品干重)的胜肽产品配制成药颗粒饲料,作为实验组 T;添加 500 mg/kg 胜肽产品(胜肽产品干重)和 500 mg/kg(益生菌干重)益生菌产品配制成的软颗粒饲料,作为实验组 TP;对照组(D 组)投喂未添加胜肽和益生菌产品而以相同配方配制成的软颗粒饲料。

1.3 实验设计

大黄鱼投喂添加了不同添加剂饲料的实验在福建省宁德市富发水产有限公司所属的大湾海区进行。实验期间海区水温为 12.8 ~ 19.7℃,盐度为 27 ~ 29,溶解氧含量在 7 mg/dm³ 以上。实验用鱼置于海水养殖网箱(8 m × 8 m × 5 m)中暂养 2 周。暂养后,挑选健康、同规格的大黄鱼 48.23 ± 1.25 g,随机分组,置于 12 个网箱(4 m × 8 m × 5 m)中,实验组和对照组各对应 4 口网箱(重复),每个网箱 5 000 尾。每天饱食投喂

1 次(17:00),每天记录投喂量、死亡数,养殖 12 周。

1.4 样品处理

实验结束后,停止投喂养殖鱼 24 h,从每个网箱中分别随机抽取 30 尾鱼,以丁香酚(上海医疗器械股份有限公司齿科材料厂生产,采用标准为:YY0272-1995,1:1 000)麻醉,然后抽样、称重、测量体长/全长。从 30 尾鱼中随机抽取 10 尾,解剖,称量肝脏、内脏的湿重,用于计算肝脏指数和内脏指数。再从每个网箱中随机取鱼 5 尾,分析常规体组成分。

实验大黄鱼背肌的常规体组成分测定方法如下:(1)粗蛋白含量测定采用凯氏定氮法;(2)粗脂肪含量测定采用索氏抽提法;(3)水分测定条件是将鱼体经 105℃ 烘干至恒重;(4)灰分的测定条件是在 550℃ 的马弗炉中灼烧 12h^[15]。

1.5 计算及统计方法

存活率(survival rate, *SR*):

$$SR(\%) = 100 \times N_t/N_0 \quad (1)$$

增重率(weight gain rate, *WGR*):

$$WGR(\%) = 100 \times (W_t - W_0)/W_0 \quad (2)$$

特定生长率(specific growth rate, *SGR*):

$$SGR(\%/d) = 100 \times (\ln W_t - \ln W_0)/t \quad (3)$$

饲料效率(feed efficiency, *FE*):

$$FE = (W_t - W_0)/D_d \quad (4)$$

摄食率(feed intake, *FI*):

$$FI(\%/d) = 100 \times D_d/[(W_t + W_0)/2]/t \quad (5)$$

式(1~5)中: W_0 和 W_t 分别为试验大黄鱼的初始体质量和终末体质量(g); t 为实验天数(84 d); N_0 和 N_t 分别为实验开始和结束时网箱中试验鱼的尾数; D_d 是摄食饲料干重(g)。

肝脏指数(hepatosomatic index, *HSI*, %)为实验大黄鱼的肝脏湿重占终末体质量的百分数;内脏指数(viscerosomatic index, *VSI*, %)为实验大黄鱼的内脏湿重占终末体质量的百分数;肥满度(condition factor, *CF*, %)为实验大黄鱼的终末体质量除以体长的立方。

实验数据用 SPSS17.0 软件进行处理。用单因素方差分析(Turkey's)对组间差异进行显著性分析。结果用平均值 ± 标准误表示。

2 结果与讨论

2.1 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼生长性能的影响

在软颗粒饲料中添加胜肽和胜肽-益生菌对大黄鱼的存活率(*SR*)和摄食率(*FI*)均无显著影响($p > 0.05$),并分别在 96.45% ~ 97.05%、0.88% ~

0.97% 的范围内变动. 饲料中添加胜肽对大黄鱼终末体质重 (*FW*)、特定生长率 (*SGR*)、鱼体增重率 (*WGR*) 和饲料效率 (*FE*) 均存在显著影响. 添加胜肽饲料组和胜肽-益生菌饲料组 *FW*、*WGR*、*FE* 显著

高于未添加胜肽对照组 ($p < 0.05$). 添加胜肽-益生菌饲料组与添加胜肽饲料组 *FW*、*WGR*、*FE* 均无显著差异 ($p > 0.05$, 表 1).

表 1 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼生长性能的影响							
Tab. 1 Effects of dietary Sheng peptides and probiotics on the growth performance of large yellow croaker							
饲料组	初始体质质量/g	终末体质质量/g	存活率/%	增重率/%	特定生长率/%	饲料效率	摄食率/(%/d)
D	48.23 ± 1.25	64.55 ± 13.54 ^a	97.05 ± 0.78	33.84 ± 5.46 ^a	0.35 ± 0.05 ^a	0.36 ± 0.06 ^a	0.97 ± 0.13
T	48.23 ± 1.25	73.85 ± 15.39 ^b	96.79 ± 0.87	53.12 ± 12.19 ^b	0.50 ± 0.10 ^b	0.56 ± 0.08 ^b	0.88 ± 0.10
TP	48.23 ± 1.25	76.45 ± 14.14 ^b	96.45 ± 0.85	58.51 ± 15.13 ^b	0.54 ± 0.12 ^b	0.62 ± 0.20 ^b	0.88 ± 0.13

注:表中所列数据为平均数和 3 个重复的标准误,同一列中上标字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$),下同

2.2 胜肽和益生菌对大黄鱼鱼体组成的影响
经 12 周饲养后,大黄鱼背肌的水分 (71.30% ~ 74.71%)、粗蛋白 (15.67% ~ 16.17%) 和灰分

(4.09% ~ 4.35%) 含量在各组间无显著差异 ($p > 0.05$);添加胜肽饲料组粗脂肪含量显著高于未添加胜肽饲料组 ($p < 0.05$, 表 2).

表 2 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼鱼体组成的影响				
Tab. 2 Effects of dietary Sheng peptides and probiotics on the body composition of large yellow croaker				
饲料组	成分占比/%			
	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分
D	74.71 ± 3.38	15.93 ± 1.12	7.68 ± 1.56 ^a	4.35 ± 0.38
T	71.30 ± 0.77	16.17 ± 0.54	10.12 ± 0.41 ^b	4.12 ± 0.24
TP	73.28 ± 2.33	15.67 ± 0.64	8.77 ± 0.83 ^{ab}	4.09 ± 0.26

2.3 胜肽和益生菌对大黄鱼肝脏指数、内脏指数和肥满度的影响
饲料中添加胜肽和胜肽-益生菌对大黄鱼的肝脏指数 (*HSI*) 和肥满度 (*CF*) 均无显著影响 ($p > 0.05$), 分别在 3.39% ~ 3.79%、1.88% ~ 1.99% 的范围内变动 (表 3). 添加胜肽-益生菌饲料组内脏指数 (*VSI*) 显著高于对照组和添加胜肽饲料组 ($p < 0.05$).

表 3 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼生长性能指数的影响			
Tab. 3 Effects of dietary Sheng peptides and probiotics on the growth performance index of large yellow croaker			
饲料组	肥满度/%	肝脏指数/%	内脏指数/%
D	1.98 ± 0.12	3.66 ± 0.97	10.27 ± 1.63 ^a
T	1.88 ± 0.13	3.39 ± 0.33	11.38 ± 0.40 ^{ab}
TP	1.99 ± 0.14	3.79 ± 0.69	12.48 ± 1.30 ^b

3 结论

3.1 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼生长性能的影响
本实验结果显示,与未添加胜肽对照组相比,饲

料中添加胜肽显著提高了大黄鱼的增重率和饲料效率. 姜柯君等 (2013) 研究发现在饲料中添加适量的胜肽能提高星斑川鲷 (*Platichthys stellatus*) 幼鱼养殖期间的饲料利用率和蛋白质利用率,促进其生长^[16]. 于辉等 (2004) 在草鱼 (*Ctenopharyngodon idella*) 饲料中添加酪蛋白胜肽进行养殖效果实验,结果表明添加组草鱼的生长速度显著高于未添加酪蛋白的对照组^[17]. 本实验中,添加胜肽组大黄鱼的生长速度比未添加胜肽的对照组快的可能机制是:胜肽作为蛋白质的水解产物能被机体直接吸收利用^[6, 18-19],减少机体分解蛋白质的耗能,节约能量用于生长^[19];胜肽可能含有与某些生物活性肽结构相似的小分子多肽,可发挥与动物体内的活性肽相似的作用,促进细胞增殖^[20],胜肽在生产过程中采用枯草杆菌发酵,枯草杆菌本身具有抑制杂菌生长的能力,并适度刺激宿主的肠道粘膜免疫反应,肠道是消化系统的重要器官,健康的肠道有助于吸收食物中的营养,促进动物的生长^[21].

3.2 饲料中添加胜肽和益生菌对大黄鱼体组成的影响
实验大黄鱼背肌的常规成分分析中,水分、粗蛋

白和灰分含量无显著性差异,粗脂肪含量以添加胜肽组最高,这与姜柯君等(2013)^[16]、于辉等(2004)^[17]的研究结果有所不同.本实验中添加胜肽

的养殖试验组大黄鱼的脂肪含量高于对照组,其进一步的作用机理有待研究.

参考文献:

- [1] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016: 27-42.
- [2] 林克冰, 周宸, 刘家富, 等. 海水网箱养殖大黄鱼病原菌研究[J]. 海洋科学, 1999, 23(4): 58-62.
- [3] 全汉锋, 刘巧灵. 大黄鱼育苗常见的白点病及其防治[J]. 中国水产, 1997(4): 30-31.
- [4] 张彩兰, 刘家富, 李雅瑾, 等. 福建省大黄鱼养殖现状分析与对策[J]. 上海海洋大学学报, 2002, 11(1): 77-83.
- [5] 曹俊明, 许丹丹, 黄燕华, 等. 饲料中添加核苷酸对凡纳滨对虾幼虾生长、组织生化组成及非特异性免疫功能的影响[J]. 水产学报, 2011, 35(4): 594-603.
- [6] Agar N S. Glutathione polymorphism in the sheep red blood cells[J]. International Journal of Biochemistry, 1975, 6(12): 843-852.
- [7] 胡梦红, 王有基, 熊邦喜. 小肽的吸收机制及其对鱼类的营养生理学效应[J]. 长江大学学报(自科版)农学卷, 2007, 4(1): 39-44.
- [8] Yu Y, Jawa A, Pan W, et al. Effects of peptides, with emphasis on feeding, pain, and behavior A 5-year (1999-2003) review of publications in Peptides[J]. Peptides, 2004, 25(12): 2 257-2 289.
- [9] Erba D, Ciappellano S, Testolin G. Effect of caseinphosphopeptides on inhibition of calcium intestinal absorption due to phosphate[J]. Nutrition Research, 2001, 21(4): 649-656.
- [10] 薛敏, 解绶启, 崔奕波, 等. 鱼类促摄食物物质研究进展[J]. 水生生物学报, 2003, 27(6): 639-643.
- [11] Mclean E, Rønsholdt B, Sten C, et al. Gastrointestinal delivery of peptide and protein drugs to aquacultured teleosts[J]. Aquaculture, 1999, 177(1/4): 231-247.
- [12] Kotzamanis Y P, Gisbert E, Gatesoupe F J. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae[J]. Comparative Biochemistry & Physiology Part A Molecular & Integrative Physiology, 2007, 147(1): 205-214.
- [13] Cahu C L, Infante J L Z, Quazuguel P, et al. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax*, larvae[J]. Aquaculture, 1999, 171(1/2): 109-119.
- [14] 万娟, 陈中, 杨晓泉, 等. 枯草杆菌蛋白酶对大豆胰蛋白酶抑制剂的水解钝化研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(2): 42-45.
- [15] AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analytical of the association of official analytical chemists[M]. 16. Arlington: AOAC International, 1995.
- [16] 姜柯君, 王际英, 张利民, 等. 饲料中添加小肽对星斑川鲷幼鱼生长性能、体组成及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(1): 222-230.
- [17] 于辉, 冯健, 刘栋辉, 等. 酪蛋白小肽对幼龄草鱼生长和饲料利用的影响[J]. 水生生物学报, 2004, 28(5): 526-530.
- [18] 田刚, 余冰, 张克英, 等. 蛋清小肽混合物对两种免疫状态小鼠生产性能、血清生化指标及生长激素水平的影响[J]. 动物营养学报, 2008, 20(4): 453-457.
- [19] Jr W K. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: a review[J]. Journal of Animal Science, 1990, 68(9): 3 011-3 022.
- [20] 冯秀燕, 计成. 寡肽在蛋白质营养中的作用[J]. 动物营养学报, 2001, 13(3): 8-13.
- [21] Clare D A, Swaisgood H E. Bioactive milk peptides: a prospectus[J]. Journal of Dairy Science, 2000, 83(6): 1 187.

Effects of Sheng peptides and probiotics supplementation on the growth performance and body composition of large yellow croaker

KE Qiao-zhen¹, YU Xun-kai¹, ZHANG Yong-xing², PAN Ying¹, CHEN Qiu-ping¹, HUANG Kuang-nan¹,
CHEN Jia¹, WENG Hua-song¹, BAO Xin-yuan¹, HAN Kun-huang¹, LIU Yong-yu³, LIU Jia-fu¹

(1. State Key Laboratory of Large Yellow Croaker Breeding, Ningde Fufa Fisheries Company Limited, Ningde 352103, China;

2. Zhumadian Chengsheng Biological Technology Company Limited, Zhumadian 463000, China;

3. Aquatic Technology Extension Station of Ningde Jiaocheng, Ningde 352100, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of dietary Sheng peptides and probiotics on the growth performance and body composition of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) with initial average weight of 48.23 ± 1.25 g. The Sheng peptides group was the soft particle feed added with 500 mg/kg Sheng peptides. The Sheng peptides-probiotics group were fed by soft particle feed mixed with 500 mg/kg Sheng peptides and 500 mg/kg probiotics. The control group feed were the same soft particle feed without Sheng peptides and probiotics. The croakers were cultured in the net cages. After 12-weeks, the final weight (*FW*), specific growth rate (*SGR*), weight gain rate (*WGR*), feed efficiency (*FE*) and crude lipid content of Sheng peptides group and Sheng peptides-probiotics group were significantly higher than those of the control group ($p < 0.05$). The effects of Sheng peptides on water content, crude protein, ash content, liver index (*HSI*), visceral index (*VSI*) and fatness (*CF*) on large yellow croakers were not significant ($p > 0.05$). The *VSI* of the Sheng peptides-probiotics group were significantly higher than that of the Sheng peptides group and the control group ($p < 0.05$).

Key words: marine biology; *Larimichthys crocea*; Sheng peptides; probiotics; growth performance; body composition

DOI:10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2018. 01. 017

(责任编辑:肖 静)