

虾肽诱食剂改善南美白对虾植物蛋白日粮的作用

冯 健¹, 王明鹏²

(1. 中山大学 水生经济动物研究所, 广东 广州 510275; 2. 广州番禺力加饲料科技有限公司, 广东 番禺 510120)

摘要: 用 900 尾平均体质量为 0.106 g/尾 ± 0.012 g/尾的南美白对虾 (*Peneaus vannamei*) 进行虾肽改善植物蛋白日粮试验, 结果表明: (1) 大豆粕、杂粕组南美白对虾的成活率显著高于鱼粉组 ($P < 0.05$); (2) 大豆粕、鱼粉组南美白对虾相对生长率、饲料系数、虾体组成相似, 杂粕组最差, 且与大豆粕、鱼粉组有显著性差异 ($P < 0.05$)。结果表明, 在南美白对虾日粮中虾肽作为营养性诱食剂可显著改善植物蛋白的适口性, 提高南美白对虾对大豆蛋白的消化吸收功能, 达到与鱼粉组相同的养殖效果, 从而明显降低南美白对虾日粮成本。

关键词: 南美白对虾 (*Peneaus vannamei*); 植物蛋白; 虾肽; 诱食剂

中图分类号: Q96; O62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2004)04-0048-04

中国是世界上最大的鱼粉进口国, 其鱼粉消耗量占世界贸易总量 40% 左右, 需花费数亿美元。而其中大部分用作鱼虾等特种水产品饲料中的优质动物蛋白原料, 特别是在南美白对虾等对虾饲料中鱼粉用量一般在 30% 左右, 占对虾饲料成本 60% 左右, 年消耗鱼粉 10 万 t 以上。由于中国对虾饲料中的鱼粉几乎依赖于进口, 进口鱼粉价格起伏很大, 给生产厂家造成了巨大的经济风险和成本负担。在鱼虾等特种水产饲料中使用植物蛋白替代鱼粉等昂贵、资源有限的动物蛋白原料是近年来水产动物营养领域最重要的研究课题之一。植物蛋白是地球上最廉价、最丰富和最安全的饲料蛋白原料。但在鱼虾等特种水产日粮中大量添加植物蛋白往往导致适口性差、生长下降的缺陷^[1,2]。在鱼虾等水产动物饲料中添加营养性诱食剂是改善适口性、提高生长率和饲料报酬、弥补植物蛋白局限的重要途径。

1 实验材料与方法

1.1 试验南美白对虾和饲养条件

试验对虾来自中山大学珠海试验基地虾场, 体质量 0.106 g ± 0.012 g。试验虾饲养在有棚水泥池 (1.5 m × 1.5 m × 1 m) 中。共设计 3 个试验组, 每试验组 3 个水泥池, 每池饲养 100 尾试验虾。放苗前一周试验虾放于咸淡水淡化处理, 每池设置 3 个充气石充气。养殖期间每天巡池观察虾的活动情况和

水质, 测定水温; 投饲 2 次, 分别为 9:00 和 18:00, 投饲率为 4%~5%, 上午投每天投饲量的 40%, 下午投 60%; 晴天中午充气 2 h, 阴雨天中午充气 4~5 h。每周测定盐度、pH 值和溶氧, 保证 pH 在 7.0~8.0, 溶氧在 6 mg/L 以上。水温为 25 °C ± 3 °C, 每 2 周测定一次虾的生长情况, 调整投饲量。养殖期间每周换水 1/3。

1.2 试验饲料组成

试验饲料参照美国大豆协会 O'Keefe^[3] 推荐的“对虾饲料配方指南”进行配制, 用双螺杆挤压机共制成 3 种粒径为 1.0 mm 的颗粒饲料, 分别命名为对照 (鱼粉) 组、试验 1 组 (大豆粕)、试验 2 组 (杂粕)。饲料的组成和营养成分见表 1。

1.3 虾肽的制备与营养成分测定

1.3.1 虾蛋白肽的制备与营养成分测定

参考 Gilberg 等人方法^[4], 由水产加工中废弃虾头壳中提取, 将新鲜废弃的虾头壳粉碎, 使用混合蛋白酶水解虾头壳提取其中的虾蛋白肽液体, 浓缩虾蛋白肽液体, 加入玉米淀粉, 真空干燥。根据水解前后虾蛋白肽中氨基酸含量计算的平均链长为 3.61。HPLC 分析结果表明虾蛋白肽主要含的为 2-7 肽。用

收稿日期: 2002-12-16; 修回日期: 2003-06-08

作者简介: 冯健 (1968-), 男, 四川成都人, 副教授, 博士, 现主要研究水生经济动物营养学与病理学, 电话: 020-84110789, 13824432361, E-mail: Fengjian08@163.com

Cu-Sephadex G 10柱分离FAA后,测定出肽占虾蛋白81.02%。脂肪酸测定采用甲醇钠直接酯化法制备脂肪酸甲酯混合物,甲醇钠直接酯化法制备,并加入十七酸甲酯作为内标物进行气相色谱法分析(HP5890)。蛋白质中氨基酸使用日立全自动氨基酸分析仪测定。虾青素测定采用Britton G方法,使用HPLC分析。虾肽主要营养成分见表2。

表1 试验饲料的组成(%)

Tab.1 Composition of the experimental diets (%)

原料名称	对照组	试验1组	试验2组
秘鲁鱼粉	30.00	0.00	0.00
面粉	27.00	12.00	4.00
大豆粕	17.00	60.00	0.00
花生粕	10.00	10.00	26.00
菜籽粕	0.00	0.00	26.00
棉籽粕	0.00	0.00	26.00
虾蛋白肽	0.00	2.00	2.00
虾粉	5.00	5.00	5.00
鱿鱼内脏粉	5.00	5.00	5.00
鱼油	2.00	2.00	2.00
大豆磷脂	1.00	1.00	1.00
大豆油	1.00	1.00	1.00
胆碱	0.20	0.20	0.20
对虾复合矿 ^a	1.50	1.50	1.50
对虾复合多维 ^b	0.20	0.20	0.20
维C磷酸酯	0.10	0.10	0.10
主要营养参数(%) (实际测量值)			
粗蛋白	39.13	38.97	38.80
粗脂肪	9.72	6.48	7.01
粗纤维	3.7	4.02	7.66
粗灰分	9.5	7.1	7.64
无氮浸出物	25.17	27.24	23.52
水分	11.2	11.3	11.1
可消化能(kJ/kg) ^c	10 815	10 069	9 948
饲料参考价(元/t) ^d	3 009	2 420	2 137

a. 复合矿物质 Ca(H₂PO₄)₂ 61.71%, Na₂(HPO₄)₂ 4.20%, NaCl 3.23%, K₂SO₄ 16.38%, KCl 6.58%, FeSO₄ 1.07%, 柠檬酸铁3.83%, MgSO₄ 4.42%, ZnSO₄ 0.4%7, MnSO₄ 0.033%, CuSO₄ 0.022%, CrCl₂ 0.043%, KI 0.022%; b. 复合维生素: 肌醇 2.22%, VC 1.11%, VA 0.83%, VB₁ 0.22%, VB₂ 0.56%, VB₆ 0.06%, VK 0.06%, 叶酸 0.02%, VB₁₂ 0.012%, VH₂ 0.006%, VE 0.44%, 纤维素 94.42%; c. 可消化能: 按蛋白质16.7476J/g, 脂肪33.4944J/g, 糖6.6989J/g计算; d. 虾蛋白肽按20元/kg计算。

1.3.2 样品采集和分析

养殖试验结束时,称质量计数。每池随机抽出6尾,用注射器从虾头胸甲背部后缘进入围心窦取血淋巴,每6尾虾的血淋巴作一个混样,然后在碎冰中放置10 min后以6 000 r/min离心5 min,吸取上层血清冰箱中保存。另每池取10尾虾于105℃下烘干测量体蛋白质、脂肪、水分与灰份的含量。饲料、全虾和虾蛋白肽中的蛋白用微量凯氏定氮法(Tecator, Sweden)测定,粗脂肪用索氏抽提(Tecator, Sweden),灰分用干法灰化法。试验组间显著性变化采用Newman Keuls's 试验。数据统计分析采用Dumcan's 多重比较法。

2 结果

2.1 南美白对虾的相对生长率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率

由表3可知,饲养40 d后,存活率以大豆粕组和杂粕组为高,鱼粉组最低,且与前两组有显著性差异($P < 0.05$)。相对生长率、饲料系数、蛋白质保留效率以鱼粉组和大豆粕组最高,杂粕组最低,且与前两组有显著性差异($P < 0.05$)。

2.2 虾体蛋白、脂肪、灰分、Ca 和水分含量

由表4可知,3组南美白对虾虾体蛋白质、灰份、Ca 和水分含量相似,无显著性差异($P < 0.05$)。脂肪含量以杂粕组最高,大豆粕组次之,鱼粉组最低,且鱼粉组与杂粕组间有显著性差异($P < 0.05$)。

3 讨论

植物蛋白在水产饲料中最明显的缺点是适口性较差,采食量明显下降,生长缓慢,饲料系数升高,特别是在日粮中大量使用时。但在该试验中,通过添加2%虾肽作为诱食剂,明显改善了植物蛋白的诱食性,提高南美白对虾成活率,显著提高了大豆粕组南美白对虾对生长速度和饲料报酬,达到与鱼粉蛋白组相同的效果。其虾品质亦与鱼粉组相似。大豆是替代鱼粉等昂贵而资源有限的动物蛋白的理想植物蛋白。按市场价格计算,在南美白对虾商品饲料中使用大豆粕替代鱼粉可降低饲料成本25%左右,并降低鱼粉中过量磷对养殖水质的污染。对保护海洋渔业资源和降低饲料成本和养殖风险具有重要意义。试验表明,

表2 虾肽营养成分分析值

Tab.2 Analyse values of shrimp peptides

项目	分析值(%)	项目	分析值(%)	项目	分析值(%)
蛋白质	50.12	组氨酸	1.56	小肽	40.51
脂肪	4.28	精氨酸	2.88	肽长	2-7肽
虾青素	350mg/kg	亮氨酸	4.43	平均肽链长	3.61
灰分	31.48	赖氨酸	4.16	总饱和脂肪酸	0.96
钙	5.94	蛋氨酸	1.65	总单不饱和脂肪酸	1.38
磷	2.46	苯丙氨酸	2.78	总n-6多不饱和脂肪酸	0.32
镁	0.20	苏氨酸	3.01	总n-3多不饱和脂肪酸	2.16

表3 南美白对虾相对生长率、存活率、饲料系数和蛋白保留效率

Tab.3 The relative growth rates(RGR), survival rates(SR), feedmodulus(FM) and protein reservation rate (PRR) on *Peneaus vannamei* in experimental groups

组别	始体质量(g)	末体质量(g)	相对生长率(%)	存活率(%)	饲料系数	蛋白保留效率(%)
对照组(鱼粉)	0.106	0.277 ^a	4.03 ^a	88.3 ^a	1.57 ^a	19.11 ^a
试验1组(大豆粕)	0.106	0.270 ^a	3.87 ^a	95.7 ^b	1.52 ^a	17.46 ^a
试验2组(杂粕)	0.106	0.222 ^b	2.73 ^B	95.6 ^b	2.21 ^b	10.73 ^{bC}

注：同一列数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异 ($P < 0.05$)，大写字母代表有极显著差异 ($P < 0.01$)。

表4 各组南美白对虾虾体蛋白、脂肪、灰份、钙和水份含量(湿质量)

Tab.4 Contents of Compose of protein, fat, ash, Ca, P and water by the body (wet) of *Peneaus vannamei* in experimental groups

组别	蛋白质(%)	脂肪(%)	灰份(%)	钙(%)	水份(%)
对照组(鱼粉)	8.73 ^a	1.65 ^a	2.55 ^a	0.70 ^a	79.1 ^a
试验1组(大豆粕)	8.67 ^a	1.87 ^a	2.64 ^a	0.76 ^a	79.2 ^a
试验2组(棉籽粕)	8.69 ^a	2.23 ^b	2.25 ^a	0.79 ^a	78.6 ^a

注：同一列数据右上角不同上标小写字母代表有显著差异 ($P < 0.05$)，大写字母代表有极显著差异 ($P < 0.01$)。

以杂粕饲养的南美白对虾，虽然在日粮中添加同样的虾肽，但其生长率、虾体营养指标和饲料系数显著低于以大豆粕和鱼粉为主要蛋白的南美白对虾，因为添加虾肽组有助于改善杂粕饲料适口性，提高其营养的吸收，降低饲料成本40%左右。但由于杂粕蛋白质中的必需氨基酸含量与能量水平明显低于后二者，蛋白质品质相对较差，能量水平较低，其虾体内蛋白质合成效果较后二者差。所以在日粮中使用虾肽作为营养性诱食剂时，选择大豆等优质植物蛋白原料作为南美白对虾饲料主要蛋白源和适宜的脂

肪量以提高能量水平，同样必须引起重视。

近年来，许多研究表明，从蛋白质水解的一些小肽对动物具有良好的诱食性，并可影响动物本身氨基酸、微量元素和其他营养素的吸收和代谢^[5,6]。中国沿海水产加工业每年有数以万吨的废弃虾头壳，利用这一廉价丰富原料加工生产虾肽作为营养性诱食剂添加在大豆粕等植物蛋白的鱼虾饲料中，可以节约鱼粉用量，减少养殖风险，降低饲料成本。该研究表明，虾肽是一种优质廉价，效果显著的南美白对虾营养性诱食剂，

是在南美白对虾饲料中大量推广使用大豆等优质植物蛋白的重要添加剂。

参考文献

- [1] Takeda M, Takii K. Fish Chemoreception gustation and nutrition in fishes[M]. London: Hara T J Chapman & Hall, 1992. 271-287.
- [2] Heisbroek L T N, Krueger J G. Feeding and growth of glass eels, *Anguilla anguilla* L: the effect of feeding stimulants on feed intake, energy metabolism and growth [J]. *Aquacult Fish*, 1992, 23:327-336.
- [3] O'Keefe T. Fish chemoreception *Penaus* shrimp nutrition [M]. London: Hara T J Chapman & Hall, 1999. 134-149.
- [4] Gilderg A, Stenberg E. A new process for advanced utilization of shrimp waste[J]. *Process Biochem*, 2001, 36:809-812.
- [5] Infante J L Z. Nutritional rehabilitation of malnourished rats by di- and tripeptides: nitrogen metabolism and intestinal response[J]. *J Nutr Biochem*, 1992(3):285-290.
- [6] Boza J. Protein v. enzymic protein hydrolysates: nitrogen utilization in starved rats[J]. *J Nutr*, 1995, 73:65-71.

Effects of feeding stimulant-shrimp peptides on growth performance of *Peneaus vannamei* fed plant protein-based diet

FENG Jian¹, WANG Ming-peng²

(1. Institute of Aquatic Animals, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China; 2. Lijia Feed Limited, Panyu 510120, China)

Received: Dec., 16, 2002

Key word: *Peneaus vannamei*; plant protein; shrimp peptides; feeding stimulant

Abstract: 900 *Peneaus vannamei* with initial mean weight $0.106 \text{ g} \pm 0.012 \text{ g}$ were divided into three groups and fed in 3×3 cement pools ($1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$), were studied for a period of 40 days. The *Peneaus vannamei* were fed 2 types of plant based diets for 40 days during which time the effect of adding stimulant shrimp peptides to their growth performance was observed. The main diet protein in the control group was Peru fish meal. The main diet protein in test group 1 was soybean meal and in test 2 mixed bean meal (cottonseed + rapeseed + peanut), 2% shrimp peptides were added in both test groups as dietary feeding stimulant. Results indicated: (1) survival rate of *Peneaus vannamei* in soybean meal group and mixed bean meal group were significantly higher than those in Peru fish meal group ($P < 0.05$); (2) relative growth rate (RGR) and feed modulus (FM) of *Peneaus vannamei* in Peru fish meal group and soybean meal group were similar, but in the mixed bean group results were significantly worse ($P < 0.05$). These results indicated that shrimp peptides used feeding stimulant may be useful and low-cost method of improving feed acceptability and growth performance of cultured *Peneaus vannamei*, soybean-based diet as well as those fed a fish meal-based diet.

(本文编辑: 刘珊珊)