

# 不同大豆产品替代鱼粉饲养南美白对虾的试验

冷向军<sup>1</sup>, 王文龙<sup>1</sup>, 周洪琪<sup>1</sup>, 刘 晔<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学生命科学与技术学院, 上海市军工路 334 号 200090

2. 中国水产科学院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

**摘 要:** 分别采用脱皮豆粕、大豆蛋白、发酵豆粕等大豆产品, 等氮替代饲料中 10% 的鱼粉 (对照组鱼粉 35%, 替代组鱼粉 25%), 饲养体重为 0.06 g 南美白对虾 (*Penaeus vannamei* Boone) 一个月, 结果表明, 对照组 (35% 鱼粉) 幼虾的增重率、成活率均最大, 为 1316%、97.5%; 脱皮豆粕组幼虾的增重率为最低, 仅 783%; 哈姆雷特大豆蛋白、比多福大豆蛋白、富肽蛋白 (发酵豆粕) 组幼虾增重率为 1033%、983%、1050%, 均显著高于脱皮豆粕组 ( $P < 0.05$ ), 但低于对照组 ( $P < 0.05$ ); 对虾体肌肉成分的分析显示, 各组幼虾肌肉在水分、蛋白质含量方面没有显著差异。上述结果表明, 大豆蛋白和发酵豆粕均为优于脱皮豆粕的鱼粉替代品。

**关键词:** 南美白对虾; 饲料; 大豆产品; 鱼粉; 养殖

中图分类号: S963.7; S966.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-6907-(2006)03-0047-03

## The Use of Various Soybean Products as Partial Substitute for Fish Meal in Diets for *Penaeus vannamei* (Boone)

LENG Xiang-jun<sup>1</sup>, WANG Wen-long<sup>1</sup>, ZHOU Hong-qi<sup>1</sup>, LIU Huang<sup>2</sup>

(1. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090;

2. Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Shanghai 200092)

**Abstract** To investigate the effect of replacing 10% fish meal by various soybean products on growth performance of *P. vannamei* (Boone), dehulled soybean cake, soybean protein and fermented soybean cake were used, which had the same protein content as the replaced fish meal. Four diets, including normal fish meal diet (35% fish meal, NFM), low fish meal diets (25% fish meal) added with dehulled soybean cake (DSY), Hamlet soybean protein (HSB), Biduofu soybean protein (BSB) and Futai fermented soybean (FSB), were fed to *P. vannamei* with the body weight of 0.06 g. After one-month feeding, shrimps fed with NFM diet had the highest growth rate (1316%) and survival rate (97.5%), but the lowest growth rate (783%) was for shrimps fed with DSY diet. The growth rates 1033%, 983% and 1050% were for shrimps fed with HSB, BSB and FSB diet, which were significantly higher than DSB shrimp ( $P < 0.05$ ), but lower than NFM shrimp ( $P < 0.05$ ). There was no difference in water and protein content in muscles of all shrimps. The results showed that soybean protein and fermented soybean cake were better protein substitutes for fish meal than dehulled soybean cake, but the best substituting ration should be determined in future study.

**Key words:** *Penaeus vannamei* (Boone); soybean products; fish meal; culture

在虾饲料中, 鱼粉用量通常达 30% ~ 40%, 是虾饲料成本中最大的组成部分。由于鱼粉供应的紧张和价格上涨, 使得替代鱼粉的研究成为一个热点问题, 其中大豆及其不同加工产品是替代鱼粉研究的主要植物蛋白源。南美白对虾为我国养殖产量

最大的虾类品种, 在沿海和部分内陆地区已得到广泛养殖。本试验以南美白对虾 (*Penaeus vannamei* Boone) 为试验对象, 考察脱皮豆粕, 大豆蛋白, 发酵豆粕等大豆产品等氮取代鱼粉对南美白对虾生长的影响, 为生产中鱼粉替代品的合理应用提供理论

收稿日期: 2005-09-20

资助项目: 上海市重点学科建设项目资助 (Y1101); 湖南唐人神集团技术合作项目 (技 04-59)

第一作者简介: 冷向军 (1972-), 男, 博士, 教授, 从事动物营养与饲料学教学与研究。E-mail: xjleng@shfu.edu.cn

依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计与试验饲料

本试验共设 5 个组,即对照组(鱼粉 35%),分

别以脱皮豆粕、哈姆雷特大豆蛋白、比多福大豆蛋白、富肽蛋白等蛋白代替 10% 鱼粉,各试验组以面粉调节平衡,详见表 1。哈姆雷特大豆蛋白、比多福大豆蛋白均为市售大豆蛋白产品;富肽蛋白为发酵豆粕产品,由上海农兴生物科技有限公司提供。

表 1 饲料配方组成

Tab. 1 Composition of experimental diets

g/100 g

原料	35% 鱼粉组	25%鱼粉 + 脱皮豆粕	25%鱼粉 + 哈姆雷特大豆蛋白	25%鱼粉 + 比多福大豆蛋白	25%鱼粉 + 富肽蛋白
鱼粉	35	25	25	25	25
脱皮豆粕	15	26.8	15	15	15
面粉	22.35	20.55	21.85	20.95	22.35
哈雷蛋特大豆蛋白			10.5		
比多福大豆蛋白				11.4	
富肽蛋白					10
其他	27.65	27.65	27.65	27.65	27.65

注: (1)其他成分包括鲑鱼内脏粉 5%、虾壳粉 5%、花生粕 10%、鱼油 2%、大豆磷脂 1.5%、预混料 4.17%。

(2)脱皮豆粕、鱼粉、哈姆雷特大豆蛋白、比多福大豆蛋白、富肽蛋白的粗蛋白含量分别为 47.87%、56.41%、53.94%、49.42%、56.31% (均为实测值)。

### 1.2 饲料制作

所有原料均粉碎过 60 目筛,用制粒机制成直径 1 mm 的颗粒,颗粒风干后破碎过筛,置 4 冰箱备用。

### 1.3 饲养管理

实验用的南美白对虾幼苗从珠海购得,经过一个月的淡化和饲养,取平均体重 0.06 g 的体质健壮个体用于分组试验,饲养于 15 口玻璃钢水池(1.2 m × 0.7 m × 0.7 m)中,共 5 个处理组,每处理组 3 个重复,每重复(每池)45 尾虾;每天投喂 4 次,分别为 8 00, 12 00, 17 00, 23 00, 早晚投喂量占总量的 70% ~ 80%, 每日投饲率为 10%。饲养期间温度控制为(26 ± 1), 盐度为 3‰。正式养殖时间为 2005 年 1 月 30 日 ~ 3 月 1 日,共 30 d。养殖试验在中国水产科学院渔业机械研究所渔业水体净化技术和系统研究重点开放实验室进行。

### 1.4 测定指标

测定指标包括增重率、成活率、饲料系数及虾肉水分和蛋白含量。

增重率 = (试验末虾体重 - 试验初虾体重) / 试验初虾体重

成活率 = 试验末虾尾数 / 试验初虾尾数

饲料系数 = 全期投饲量 / 虾体增重量

肌肉水分含量测定: 105 烘干法

肌肉蛋白质含量测定: 微量凯氏定氮法

### 1.5 数据统计

以 SPSS 软件进行单因素方差分析和多重比较。

## 2 结果

### 2.1 大豆产品替代鱼粉对南美白对虾生长的影响

经过 30 d 养殖,各组虾的增重率、成活率、饲料系数见表 2。从表 2 中可见,35% 鱼粉组的幼虾增重率、成活率均为最高,为 1316%、97.5%; 而饲料系数最低,为 1.41; 脱皮豆粕组幼虾的增重

表 2 不同大豆产品替代鱼粉对南美白对虾生长的影响

Tab. 2 Effects of partially replacing fish meal by various soybean products on growth performance of *P. vannamei*

组别	初重 (g)	末重 (g)	增重率 (%)	相对增重率 (%)	饲料系数	成活率 (%)
35% 鱼粉	0.06	0.85	1316 <sup>a</sup>	100	1.41 <sup>a</sup>	97.5 <sup>a</sup>
25% 鱼粉 + 脱皮豆粕	0.06	0.53	783 <sup>c</sup>	59.5	2.55 <sup>c</sup>	74.0 <sup>b</sup>
25% 鱼粉 + 哈姆雷特大豆蛋白	0.06	0.68	1033 <sup>b</sup>	78.5	1.85 <sup>b</sup>	75.0 <sup>b</sup>
25% 鱼粉 + 比多福大豆蛋白	0.06	0.65	983 <sup>b</sup>	74.7	1.92 <sup>b</sup>	80.0 <sup>b</sup>
25% 鱼粉 + 富肽蛋白	0.06	0.69	1050 <sup>b</sup>	79.8	1.81 <sup>b</sup>	78.5 <sup>b</sup>

注: 同一列中具不同上标字母者表示差异显著 ( $P < 0.05$ ); \* 相对增重率均以 35% 鱼粉组虾体增重率为 100% 相比较而得。

率最低, 仅 783%, 极显著低于对照组 ( $P < 0.01$ ), 仅相当于对照组的 59.5%; 饲料系数达 2.55, 显著或极显著高于其他各组 ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ )。

哈姆雷特大豆蛋白、比多福大豆蛋白、富肽蛋白(发酵豆粕)组幼虾增重率为 1033%, 983%, 1050%, 均显著高于脱皮豆粕组 ( $P < 0.05$ ), 但低

于对照组 ( $P < 0.05$ ); 三者增重率、饲料系数、成活率方面均无显著差异 ( $P > 0.10$ )。

## 2.2 大豆产品替代鱼粉对南美白对虾肌肉水分和蛋白含量的影响

各组幼虾肌肉水分和蛋白含量基本一致, 各处理组间无显著差异, 见表 3。

表 3 幼虾肌肉中水分、蛋白含量

Tab. 3 Contents of water and protein in the muscle of *P. vannamei*

含 量	35% 鱼粉组	25%鱼粉 + 脱皮豆粕	25%鱼粉 +哈姆 雷特大豆蛋白	25%鱼粉 +比多 福大豆蛋白	25%鱼粉 + 富肽蛋白
水分 (%)	75.4 ±0.31	75.8 ±0.18	75.7 ±0.71	76.4 ±0.21	76.5 ±0.50
粗蛋白(干重 %)	88.3 ±0.31	87.2 ±0.14	88.4 ±0.20	87.8 ±0.15	87.5 ±0.32

## 3 讨论

目前, 关于大豆产品在水产饲料中替代鱼粉的研究已有一些报道。在大豆蛋白方面, 姜光丽等以蛋白质沉积率为指标, 认为大豆分离蛋白可替代幼建鲤饲料中鱼粉用量的 40% (鱼粉含量 49.04%), 而去皮豆粕的替代量仅为 25%<sup>[1]</sup>; 在南方鲇的研究表明, 当大豆蛋白替代鱼粉蛋白 13% ~ 39% 时, 南方鲇的生长及饲料利用率均高于对照组 (鱼粉含量 57.04%), 当替代量超过 52% 时, 则其生长显著下降<sup>[2]</sup>。在发酵豆粕方面, 程成荣等报道, 以发酵豆粕可替代 40% 以下的鱼粉蛋白 (鱼粉用量为 20%) 而对杂交罗非鱼的增重率、特定生长率、饲料效率和蛋白质效率无显著影响, 若代替比例达 60%, 则罗非鱼生长显著下降<sup>[3]</sup>; Luo zhi 等在石斑鱼饲料中以发酵豆粕等蛋白代替鱼粉, 使鱼粉用量由 68% 降为 58%, 对鱼体增重率和成活率没有影响<sup>[4]</sup>; 在南美白对虾 (初体重 1.13 g) 的试验中, 添加 12% 发酵豆粕可代替饲料中鱼粉用量的 1/3 (基础饲料中鱼粉含量 30%)。可见, 对于不同的鱼虾种类, 不同的大豆产品替代鱼粉的比例不同。

与豆粕相比, 脱皮豆粕中的粗纤维含量大为降低, 但仍然含有抗原素、胰蛋白酶抑制剂、寡糖、皂素等抗营养因子, 在饲料加工过程中, 蛋白类的抗营养因子可被高温灭活, 但寡糖、皂素等抗营养因子仍然可以保存下来。本试验中, 以 15% 脱皮豆粕代替 10% 鱼粉, 南美白对虾的生长性能极显著下降, 增重率仅相当于对照组的 59.5%, 饲料系数显著增加。这表明, 脱皮豆粕在南美白对虾幼虾饲料中的使用比例应受到一定的限制。

与脱皮豆粕相比, 比多福大豆蛋白和哈姆雷特大豆蛋白在抗原、寡糖等抗营养因子方面均大为降低, 而且酶解过程可产生多功能性的生物肽, 具有特殊的生理效应; 富肽蛋白为脱皮豆粕添加特殊原料, 经特殊发酵工艺而成, 蛋白含量为 55% ~ 60%, 其显著特点是赖氨酸含量高, 可达 8% 左右, 高于鱼粉; 并且发酵过程破坏了豆粕中的大部分抗营养因子。因此, 这三种大豆产品在替代鱼粉的效果方面均显著优于脱皮豆粕。从本次研究的结果来看, 这三种大豆产品具有基本相当的作用效果。

与上述研究相比, 尽管本试验中大豆蛋白或发酵豆粕替代鱼粉的比例较低 (鱼粉用量由 35% 降为 25%, 相当于替代鱼粉用量的 28.5%), 但各试验组幼虾的增重和成活率均显著下降, 表明在本试验条件下, 这些大豆产品取代鱼粉的比例偏高, 原因可能在于所用试验虾的初始体重小, 仅为 0.06 g, 鱼虾个体小, 消化能力弱, 因而对植物蛋白敏感, 对鱼粉的依赖程度也大。关于其适宜的替代比例, 尚有待于进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 姜光丽, 周小秋. 不同大豆蛋白对幼建鲤体蛋白质沉积的影响 [J]. 大连水产学院学报, 2005, 20(2): 81 ~ 86
- [2] 亓庆辉, 谢小军. 南方鲇的营养学研究: 饲料中大豆蛋白水平对生长的影响 [J]. 水生生物学报, 2002, 26(1): 57 ~ 65
- [3] 程成荣, 刘永坚. 杂交罗非鱼饲料中发酵豆粕替代鱼粉的研究 [J]. 广东饲料, 2004, 13(2): 26 ~ 27
- [4] 罗智, 刘永坚, 麦康森, 等. 石斑鱼饲料中发酵豆粕和豆粕部分代替白鱼粉的研究 [J]. 水产学报, 2004, 28(2): 175 ~ 182