

# 不同蛋白质水平的饲料对南美白对虾生长的影响

李广丽 朱春华 周歧存

(湛江海洋大学水产学院 524025)

**摘要** 采用鱼粉、豆粉等作为饲料蛋白源,加入等量的混合油(鱼油:豆油=1:1),制成不同蛋白质梯度的试验饲料,研究不同蛋白质水平饲料对南美白对虾生长的影响。结果表明,不同蛋白质水平饲料显著地影响南美白对虾生长( $F > F_{0.01} = 11.4$ );饲料中蛋白质为44.12%,能量蛋白比为33.0 kJ/g时南美白对虾生长最快,饲料系数最低,体重生长比速最高;通过计算机拟合曲线方程并进行回归分析得出南美白对虾配合饲料中适宜蛋白质含量为42.37%~44.12%;不同蛋白质水平的饲料对南美白对虾虾体蛋白质含量没有明显的影响。

**关键词** 南美白对虾,蛋白质水平,生长

南美白对虾(*Penaeus vannamei*),亦叫白脚虾,为世界三大经济虾类之一。随着我国对南美白对虾的引种和繁殖成功,养殖规模迅速扩大。迄今关于虾类饲料蛋白质需求量的研究报道很多,例如徐新章等1986年对中国对虾;虞冰如等1990年对日本沼虾;Deshi maru O.等1978年对日本对虾进行了比较系统的研究,但对南美白对虾的研究报道较少<sup>[1]</sup>。Smith L.A.等1985年曾研究了不同饲料蛋白质水平和蛋白源对3种规格的南美白对虾生长和消化的影响,但并未涉及最适蛋白质需求量问题。本研究旨在寻求最适合南美白对虾生长的饲料蛋白质水平,以期对南美白对虾的营养与饲料配方的研究与开发提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验饵料

以鱼粉、豆粉作为饲料蛋白源,加入等量的混合

油(鱼油:豆油=1:1)及各种添加剂,组成蛋白质含量为16.16%,24.26%,32.70%,44.12%,51.26%的试验饲料,各组试验饲料营养成分见表1。

### 1.2 试验用虾

取自淡水池塘养殖的南美白对虾幼虾,体长为 $4.21 \pm 0.31$  cm,体格健壮,附肢完整,各组规格基本一致。

### 1.3 饲养管理

试验在10个规格为100 cm×100 cm×100 cm,网孔20目的聚乙烯网箱中进行。网箱设置在原池塘中,分两组进行平行试验,每箱放养试验虾50尾。试验虾入箱前经1周驯养,试验开始后,每天投饵3次,投饵量为虾体重的1.5%左右,视残饵情况增减投饵量,尽量保证不过剩,每天记录投饵量。试验期为26 d,水温为25~31℃,pH值7.5~8.0,透明度35 cm左右。

### 1.4 测定及计算方法

试验起始和终末时分别记录平均初始体重、体长及终末体重、体长。饲料和虾体的蛋白质含量用微量凯氏定氮法测定,粗脂肪用索氏抽提法测定,灰分用马福炉灼烧法测定,水分在105℃条件下烘干至恒重计算。

表1 试验饲料营养成分

Tab.1 Nutritional components of test diet (%)

组别	鱼粉 (%)	豆粉 (%)	面粉 (%)	混合油 (%)	纤维素粉 (%)	虾糠 (%)	矿物质 (%)	其他 (%)	粗蛋白 (%)	饲料能量 (kJ/kg)
1	0	0	72	3	5	5	3	12	16.16	14 731
2	10	10	52	3	5	5	3	12	24.26	14 652
3	20	20	32	3	5	5	3	12	32.70	14 694
4	50	10	12	3	5	5	3	12	44.12	14 564
5	72	0	0	3	5	5	3	12	51.26	14 661

其他成分主要组成:复合维生素、鲑鱼粉、AP301 羧甲基纤维素、氯化胆碱、海带粉、磷脂、褐藻胶等。

收稿日期:2000-10-09;修回日期:2001-02-01

计算公式如下:

$$\text{饵料系数} = \frac{\text{饲料投喂量(g)}}{\text{虾体增重量(g)}}$$

$$\text{蛋白质效率} = \frac{\text{虾体增重量(g)}}{\text{蛋白质摄入量(g)}}$$

$$\text{增重比速} = \frac{G_i - G_0}{t} \times 100$$

其中  $G_i$ ,  $G_0$ ,  $t$  分别为终末体重、初始体重、试验时间。

### 1.5 统计分析

应用微机 SPSS 统计分析软件系统进行回归方差

分析和曲线拟合。

## 2 结果

### 2.1 饲料中不同蛋白质水平对南美白对虾生长的影响

用不同蛋白质水平的试验饲料投喂南美白对虾,当饲料中粗蛋白为 44.12% 时,南美白对虾体重增重、体长增长及体重生长比速均为最大值(平均增重 3.76 g、平均增长 4.1 cm、生长比速 14.5),饵料系数最小(1.52),结果见表 2,3。体重增重方差分析和样本均值多重分析见表 4,5。结果表明:饲料中蛋白质水平差异显著地影响南美白对虾的生长 ( $F >$

表 2 试验饲料对南美白对虾的饲养结果

Tab.2 Result of feeding experiments

组别	饲料蛋白质含量(%)	平均初始体重(g)	平均终末体重(g)	平均增重(g)	平均初始体长(cm)	平均终末体长(cm)	平均增长(cm)
1	16.16	0.43 ± 0.07	3.10 ± 0.23	2.67	4.5 ± 0.32	7.4 ± 0.34	2.9
2	24.26	0.44 ± 0.01	3.62 ± 0.03	3.18	4.4 ± 0.15	7.6 ± 0.17	3.2
3	32.70	0.44 ± 0.02	3.98 ± 0.22	3.54	4.1 ± 0.11	8.1 ± 0.08	4.0
4	44.12	0.46 ± 0.01	4.22 ± 0.21	3.76	4.2 ± 0.20	8.3 ± 0.28	4.1
5	51.26	0.45 ± 0.02	4.03 ± 0.14	3.58	4.1 ± 0.06	7.9 ± 0.37	3.8

表 3 不同蛋白质水平饲料对南美白对虾生长影响

Tab.3 Effects of dietary protein level on the growth of *Penaeus vannamei*

组别	饲料蛋白质含量(%)	虾体蛋白质含量(干重%)	能量蛋白比(kJ/g)	总增重(g)	总投饵量(g)	饵料系数	蛋白质效率	增重比速(%)	成活率(%)
1	16.16	76.2	91.2	71.5	203.8	2.85	2.17	10.3	60
2	24.26	76.7	60.4	93.8	220.4	2.35	1.75	12.2	64
3	32.70	77.0	44.9	129.2	209.3	1.62	1.89	13.6	76
4	44.12	77.6	33.0	133.1	202.3	1.52	1.49	14.5	74
5	51.26	77.3	28.6	122.6	209.6	1.71	1.14	12.6	72

$F_{0.01} = 11.4$ )。通过平均增重两两比较看出,除 3, 4, 5 组试验饲料增重无显著差异外,其他饲料在增重上均有显著性差异 ( $|X_i - X_j| > LSR_{0.05}$ )。

### 2.2 饲料中不同蛋白质水平对饲料蛋白质效率与虾体蛋白质含量的影响

表 4 实验虾平均增重的方差分析

Tab.4 Variance analysis of mean weight gain in *P. vannamei*

变异来源	平方和 SS	自由度 df	方差 $S^2$	F 检验	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
饵料间	1.08	4	0.27	16.88	5.19	11.4
误差	0.08	5	0.016	/	/	/
总变异	1.16	9	/	/	/	/

注:  $F_{0.05}$  和  $F_{0.01}$  分别为置信度在 0.05 和 0.01 时的临界值。

由表 3 可以看出,随着饲料蛋白质含量升高,蛋白质效率呈下降的趋势,在平均增重量和饵料系数为最佳水平的 4 号饲料,其蛋白质效率也处于较低的水平,但当饲料蛋白质含量为 32.7% 时,蛋白质效率却表现较高值;用不同蛋白质含量的饲料饲喂南美白对虾,发现饲料蛋白质含量的高低对试验虾体蛋白质含量没有显著的影响。

### 2.3 饲料中能量蛋白比对南美白对虾生长的影响

从表 2, 3 可以看出,饲料蛋白质含量为

表 5 实验虾增重均值多重分析

Tab.5 Multiple comparison of weight gain in *P. vannamei*

饲料	平均增重(g)	$ X_4 - X_i $	$ X_5 - X_i $	$ X_3 - X_i $	$ X_4 - X_i $	LSR <sub>0.05</sub>	LSR <sub>0.01</sub>
4	3.76	0.18	0.04	0.36	0.51*	0.343	0.553
5	3.58	0.22	0.40*	0.87**	/	/	/
3	3.54	0.58**	0.91**	/	/	/	/
2	3.18	1.09**	/	/	/	/	/
1	2.67	/	/	/	/	/	/

注: \* 示差异显著, \*\* 示差异极显著, LSR<sub>0.05</sub> 和 LSR<sub>0.01</sub> 分别为置信度在 0.05 和 0.01 时的最小显著极差。

44.12%、能量蛋白比为 33.0 kJ/g 时, 虾体平均增重最大(3.76 g), 饵料系数最小(1.52)。由增重均值多重分析结果显示, 饲料蛋白质含量在 32.70% ~ 51.26%、能量蛋白比在 28.6 ~ 44.9 kJ/g 范围时, 南美白对虾幼虾平均增重差异不显著。可以认为, 南美白对虾生长适宜的能量蛋白比为 28.6 ~ 44.9 kJ/g, 最适值为 33.0 kJ/g。

#### 2.4 南美白对虾饲料中最适蛋白质含量

分别以平均增重及饵料系数为指标, 进行直线回归和抛物线回归分析并拟合回归方程, 求得南美白对虾最适蛋白质需求量范围<sup>[2]</sup>。平均增重与饲料蛋白质含量的拟合回归曲线如图 1, 抛物线回归方程  $Y_1 = 0.9883 + 0.1271 X - 0.0015 X^2$  ( $R^2 = 0.994$ ) 顶点在 42.37%, 直线回归方程  $Y_1 = 2.45 + 0.0266 X$  ( $R^2 = 0.769$ ) 与抛物线回归方程的交点在 45.65%; 饵料系数与饲料蛋白质含量的拟合回归曲线如图 2, 当饲料蛋白质含量 42.45% 时, 饵料系数为最小值。对拟合曲线方程进行方差分析(见表 6), 证明拟合回归方程存在显著相关性。但实际试验结果在饲料蛋白质含量为 44.12% 时, 虾体平均增重最大(3.76 g), 饵料系数最小(1.52), 当饲料蛋白质含量超过 44.12%, 虾体平均增重量反而下降, 饵料系数升高。因此可以认为南美白对虾饲料中最适蛋白质含量范围为 42.37% ~ 44.12%。

### 3 讨论

3.1 对虾生长所需的能量主要从蛋白质获得, 蛋白质是构成虾体的主要成分。虾类蛋白质需求量是虾类配合饲料研究的重要课题。徐新章等 1986 年报道中国对虾幼虾饲料蛋白质适宜含量为 44%, 同时指出研究配饵中蛋白质需求量时, 必须考虑脂肪和糖含量的影响。梁亚全等 1986 年研究表明, 对虾不同生长期配饵中蛋白质需求量不同, 幼虾期饲料蛋白质含量为 35.5% ~ 51.6%。Deshi maru 等 1978 年研究认为, 日本对虾配饵中蛋白质含量以 52% ~ 57% 为最

好。Lin 等 1981 年认为, 斑节对虾配饵中蛋白质适宜含量为 35%。Smith 等 1985 年研究不同蛋白源饲料对南美白对虾生长的影响, 认为南美白对虾饲料蛋白质需求量为 23% ~ 41%。本试验通过方差分析和回归曲线拟合得出南美白对虾幼虾饲料蛋白质适宜含量为 42.37% ~ 44.12%, 结果与徐新章、梁亚全的结论吻合, 而与 Smith 等的研究结果不同, 这是否因为在淡水试验条件下造成南美白对虾对蛋白质需求量大, 需要进一步探讨。

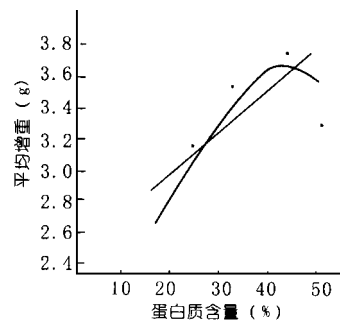


图 1 饲料蛋白质含量与虾体平均增重的关系

Fig.1 Relationship of content of protein and mean weight gain of *Penaeus vannamei*

3.2 蛋白质效率表示着对虾摄食的蛋白质在体内转化程度的好坏。徐新章等 1986 年指出, 中国对虾配饵中蛋白质含量不同, 蛋白质效率未见有规律性变化, 而影响蛋白质效率的第一因素是脂肪。本试验随饲料蛋白质含量增加南美白对虾饲料蛋白质效率总体趋于下降, 与徐新章等的结果不同。但在蛋白质含量为 32.7% 的饲料组, 蛋白质效率却表现较高水平, 究其原因, 是否脂肪因素在起作用, 有待进一步研究。

3.3 本实验测定了南美白对虾虾体蛋白质含量, 结果发现, 用不同蛋白质含量的饲料投喂, 南美白对虾虾体蛋白质含量没有明显差异。徐新章等 1986 年

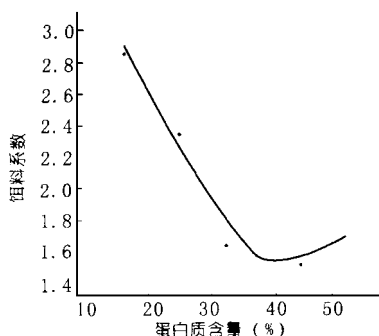


图2 饲料蛋白质含量与饵料系数的关系

Fig.2 Relationship of content of protein and feed conversion in *P. vannamei*

表6 拟合曲线方程的方差分析

Tab.6 Variance analysis of equation of curve estimation

拟合方程	相关系数 $R^2$	自由度 $df$	F 检验	相关显著性 sigf
$Y_1 = 2.4503 + 0.0266X$	0.769	3	9.99	0.051
$Y_1 = 0.9883 + 0.1271X - 0.0015X^2$	0.994	2	175.85	0.006
$Y_2 = 5.1358 - 0.1698X + 0.002X^2$	0.969	2	31.75	0.031

注: X指饲料蛋白质含量;  $Y_1$ 指虾体平均增重;  $Y_2$ 指饵料系数。

蛋白质含量过高和过低对虾类生长都有一定的影响。因此确定南美白对虾配饵中蛋白质、脂类、糖的合适的比例,从而达到节约蛋白质,降低饲料成本,是今后研究的重要课题。

指出饲料蛋白质含量与虾体蛋白质增重率呈明显正相关,但未提及是否对虾体蛋白质含量有影响。楼伟凤等1989年比较人工养殖与天然中国对虾的粗蛋白和氨基酸含量,两者饵料条件不同,但虾体粗蛋白、氨基酸含量基本一致,本实验结果与之相似。因此可以认为,饲料蛋白质含量不影响南美白对虾虾体组织中蛋白质含量。

3.4 通常在分析不同蛋白质含量影响时,将主要营养成分综合为可利用的能量与蛋白质含量加以比较。虞冰如等1990年研究日本沼虾指出,其饲料中适宜能量蛋白比为33.47 kJ/g, Donna等1986年认为,红原螯虾最适能量蛋白比范围为34.73~52.30 kJ/g,其中34.73 kJ/g为最适值。本试验结果显示,南美白

对虾幼虾饲料中适宜能量蛋白比为28.6~44.9 kJ/g,最适值为33.0 kJ/g。这一结论与上述结果基本吻合。

3.5 饲料各主要营养成分之间存在交互作用,配饵中

#### 参考文献

- 1 Dall W. 等(陈楠生等译). 对虾生物学. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992. 175~186
- 2 王渊源. 鱼虾营养概论. 厦门: 厦门大学出版社, 1993. 10~11

## EFFECTS OF DIETARY PROTEIN LEVEL ON THE GROWTH OF *Penaeus vannamei*

LI Guangli ZHU Chun-hua ZHOU Qi-cun

(Ocean University of Zhanjiang, 524025)

Received: Oct. 9, 2000

Key Words: *Penaeus vannamei*, Protein level, Growth

### Abstract

The effects of dietary protein level on the growth of *Penaeus vannamei* had been studied. The experiment diet were composed of fish meal, soybean and equal mixed oil. The result showed that there were notable effects on the growth of *P. vannamei* with dietary protein level, ( $F > F_{0.01} = 11.4$ ), The *P. vannamei* had the fastest growth rate, the lowest feed conversion and the highest specific weight growth rate when the content of protein, C/P was 44.12%, 33 kJ/g respectively. The experimental results indicated that the optimum content of protein was 42.37%~44.12% with curve estimation and regressive analysis by computer. There were no notable correlation between the dietary protein level and the main nutrition component in muscle of *P. vannamei*. (本文编辑: 刘珊珊)