

文章编号: 1004 - 7271(2008)06 - 0668 - 06

配合饲料中不同蛋白质水平对 日本沼虾生长的影响

张凌燕¹, 叶金云², 王友慧², 郭建林²,
陈建明², 潘茜², 沈斌乾², 王冬冬³

(1. 大连水产学院生命科学与技术学院, 辽宁 大连 116023;

2. 浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001;

3. 宁波大学应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要:采用鱼粉作为主要饲料蛋白源,利用酪蛋白来调节饲料的蛋白质含量,设置蛋白质水平为30%~46%的6种不同梯度的试验饲料,试验设3个重复,每个重复放养日本沼虾100尾,平均初重0.067g。每天投喂2次,试验共进行60d,研究配合饲料中不同的蛋白质水平对日本沼虾生长的影响并得出日本沼虾配合饲料中的最适蛋白质含量。结果表明:蛋白质水平为39.32%和41.67%的试验组的虾体增重和特定生长率均显著高于其它试验组($P < 0.05$);以增重率和特定生长率为衡量指标,采用二次方程回归分析法,得出日本沼虾配合饲料中蛋白质的最适含量约为41%~41.5%。饲料中不同蛋白质水平对日本沼虾虾体(全虾)的水分和粗蛋白质含量具有显著影响($P < 0.05$),但对其成活率,粗脂肪含量和粗灰分含量均无显著影响($P > 0.05$)。

关键词:日本沼虾; 饲料; 蛋白质水平; 生长

中图分类号: S 963.7 文献标识码: A

Effects of dietary protein levels on growth of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense*

ZHANG Ling-yan¹, YE Jin-yun², WANG You-hui², GUO Jian-lin²,
CHEN Jian-ming², PAN Qian², SHEN Bin-qian², WANG Dong-dong³

(1. Life Science and Technique Institute, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China;

2. Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China;

3. Ningbo university, Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ministry of Education Ningbo 315211, China)

Abstract: A 60 day experiment was conducted to determine the optimal protein level in practical diet for oriental river prawn *Macrobrachium nipponense*. 6 isocalorie experimental diets were formulated with crude protein levels ranged from 30.17 g/kg to 45.45 g/kg. The fishmeal and casein were used as main protein source, and the graded protein levels was regulated by casein. The triplicate feeding trials were conducted in tanks indoor, 100 prawns (initial mean weight: 0.067 g) were randomly stocked into each of eighteen 100L tanks at water temperature 26 ± 2 °C. The prawns were fed to satiation twice a day (8:00 and 16:00 hours)

收稿日期: 2008-01-11

基金项目: 浙江省科技专项重点项目(2006C12017)

作者简介: 张凌燕(1982-), 女, 辽宁铁岭人, 硕士研究生, 专业方向为水产动物饲料学。E-mail: axglyy0370@163.com

通讯作者: 叶金云, E-mail: ziff2006@163.com.

during the experimental period. The results showed that the weight gain and specific growth rate of prawns fed a test diet with 39.32% and 41.67% crude protein on wet basis were significantly higher ($P < 0.05$) than those of the other test groups. Based on quadratic model regression analysis of the weight gain and specific growth rate, it was found that the optimal protein requirement in practical feed was 41% ~ 41.5%. The whole body moisture content of prawns fed diet 4 and diet 5 was significantly lower than those of fed diet 1, diet 2, diet 3 or diet 6; and the body protein content of prawns fed diet 4 and diet 5 was significantly higher than those of fed diet 1, diet 2, diet 3 or diet 6; but no significant difference was found on survival rate and the whole body lipid and ash content among all treatments ($P > 0.05$).

Key words: *Macrobrachium nipponense*; dietary; protein level; growth

日本沼虾 (*Macrobrachium nipponense*), 俗称青虾、河虾。日本沼虾隶属于节肢动物门, 甲壳纲、十足目、游泳亚目、长臂虾科、沼虾属。日本沼虾是我国淡水虾类中体形较大的一种, 它仅自然分布于中国和日本, 我国的日本沼虾分布广, 是产量最大、经济价值较高的一种淡水虾类^[1]。日本沼虾是杂食性动物, 在幼虾阶段以浮游生物, 有机碎屑为食, 到成虾阶段则喜食水生植物的碎片及腐败茎叶、有机碎屑、丝状藻类、环节动物、水生昆虫以及鱼、贝类等动物的尸体, 尤其喜食蚯蚓。在人工养殖的条件下, 一般日本沼虾对各种养鱼的饲料均喜食, 例如豆饼、米糠、麸皮、酒糟、菜叶、动物内脏及配合饲料等。在过去的几十年里, 有关日本沼虾形态学特征^[2]、生理生化^[3]、生殖发育^[4-5]、遗传育种^[6-7]等方面已有报道。在日本沼虾配合饲料中蛋白质的最适含量也曾有过研究, 但研究结果相差很大。为此我们开展了日本沼虾的饲料蛋白梯度试验, 以确定日本沼虾配合饲料中的最适蛋白质含量。

1 材料和方法

1.1 试验用虾

试验用虾取自放养的太湖种群日本沼虾, 规格为平均体重 0.067 g, 体格健壮, 活动迅速。

1.2 饲养管理

试验用玻璃水族箱的规格为 0.75 cm × 0.45 cm × 0.3 cm, 玻璃水族箱内悬挂有网片, 供青虾栖息与攀爬, 水族箱水体处于反复循环状态, 其流速为 0.4 L/min, 每个水族箱配有一台氨氮过滤器和一个充气石。试验用水为储水池塘水体, 水温为 24 °C ~ 28 °C, 溶氧为 4 ~ 6 mg/L。试验用虾经驯养 1 周后, 挑选大小均一的日本沼虾并把其随机、平均放入水族箱中, 每个水族箱放养 100 尾。试验开始后, 每天早晚各投喂一次, 投喂前用虹吸法清除残饵和粪便, 每两天换一次水, 每次的换水量为 1/4 ~ 1/3。由于试验用日本沼虾个体比较小要求饲料粉碎粒度较细, 饲料粉碎粒度在 8 目到 24 目之间。试验期间要及时捞出死虾并称重, 试验时间为 60 d。

1.3 试验饲料

试验分为 6 个不同的蛋白质梯度水平, 每个蛋白质水平设 3 个重复。试验饲料以鱼粉作为主要的蛋白源, 用酪蛋白来调节各梯度饲料的粗蛋白质含量, 试验饲料原料的组成和饲料成分分析见表 1。

1.4 测定及计算方法

试验初和试验结束时分别测定并记录平均初始体重和终末体重。饲料和虾体的粗蛋白质含量采用半微量凯氏定氮法测定, 粗脂肪用索氏抽提法测定, 粗灰分用马福炉灼烧法, 水分采用在 105 °C 条件下烘干至恒重方法计算。

表1 试验饲料原料组成和成分分析(占干物质的%)

Tab.1 Ingredient composition and proximate analysis(% on dry weight basis) of the test diets

原料	1#	2#	3#	4#	5#	6#
秘鲁鱼粉	25	25	25	25	25	25
酪蛋白	16	20.5	25	29.5	34	38.5
纤维素	22.6	18.2	13.8	9.4	4.9	0.5
糊精	19	19	19	19	19	19
α -淀粉	7	7	7	7	7	7
多维	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
多矿	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vc 磷酸酯	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
鱼油	3	3	3	3	3	3
磷脂	2	2	2	2	2	2
胆固醇	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
氯化胆碱	1	1	1	1	1	1
磷酸二氢钙	2	2	2	2	2	2
试验饲料成分分析						
粗蛋白	30.17	33.08	35.48	39.32	41.67	45.45
粗脂肪	4.729	4.774	5.171	5.024	5.046	4.934
灰分	6.647	6.748	6.712	7.044	7.054	7.001
水分	7.387	7.972	7.850	8.232	8.152	8.324

计算公式如下:

$$\text{增重率} = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{特定生长率} = \frac{\text{Ln}W_t - \text{Ln}W_0}{t} \times 100\%$$

$$\text{成活率} = \frac{\text{试验末虾尾数}}{\text{试验初虾尾数}} \times 100\%$$

其中 W_t, W_0, t 分别表示试验结束时虾的平均体重, 试验开始时虾的平均体重和试验时间。

1.5 统计分析

应用 Excel 表格分析和 SPSS13 统计分析软件系统进行回归方差分析。

2 结果

2.1 饲料中不同蛋白质水平对日本沼虾生长的影响

试验中 6 种配合饲料中的蛋白质含量为 30.17%, 33.08%, 35.48%, 39.32%, 41.67%, 45.45%。由表 2 和表 3 可以看出, 用这 6 种饲料投喂日本沼虾, 当饲料中的粗蛋白质含量为 39.32% 时, 日本沼虾体增重、增重率、特定生长率, 成活率均达最大值(平均增重 0.221 g、增重率 330.068%, 特定生长率 2.43%, 成活率 65%)。由表 3 的结果可以看出各试验组日本沼虾的成活率在 44% ~ 65% 之间, 且各组间无显著差异 ($P > 0.05$); 饲料中蛋白质含量在 30.17% ~ 35.48% 的范围内, 饲料中蛋白质含量的升高对虾体增重无显著影响 ($P > 0.05$), 当饲料中蛋白质含量升高到 39.32% ~ 41.67% 时, 虾体的增重显著升高 ($P < 0.05$), 当饲料中蛋白质的含量再升高时, 虾体的增重却呈现明显的下降 ($P < 0.05$); 特定生长率受饲料蛋白水平影响的显著性程度与虾体增重的指标相一致。在蛋白质含量在 39.32% ~ 41.67% 的试验组与其它各组间存在显著差异 ($P < 0.05$)。

表 2 不同蛋白质水平的饲料对日本沼虾的饲养结果

Tab. 2 The growth performance result of *Macrobrachium nipponense* fed test diets containing various protein levels

饲料	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
1#	30.17	0.067	0.236 ± 0.006 ^a	0.169 ± 0.006 ^a
2#	33.08	0.067	0.245 ± 0.012 ^a	0.178 ± 0.012 ^a
3#	35.48	0.067	0.252 ± 0.017 ^{ab}	0.185 ± 0.017 ^{ab}
4#	39.32	0.067	0.288 ± 0.004 ^c	0.221 ± 0.005 ^c
5#	41.67	0.067	0.286 ± 0.005 ^c	0.219 ± 0.005 ^c
6#	45.45	0.067	0.266 ± 0.007 ^b	0.199 ± 0.007 ^b

注:表中同列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

表 3 不同蛋白质水平的饲料对日本沼虾生长的影响

Tab. 3 Growth performance of *Macrobrachium nipponense* fed test diets containing various protein levels %

饲料	饲料蛋白质含量	增重率	特定生长率	成活率
1#	30.17	251.967 ± 8.356 ^a	2.10 ± 0.040 ^a	44.00 ± 11.269
2#	33.08	265.439 ± 17.641 ^a	2.16 ± 0.080 ^a	46.67 ± 8.145
3#	35.48	276.096 ± 25.867 ^{ab}	2.21 ± 0.117 ^{ab}	41.00 ± 17.578
4#	39.32	330.068 ± 7.197 ^c	2.43 ± 0.028 ^c	65.00 ± 1.006
5#	41.67	327.113 ± 7.899 ^c	2.42 ± 0.031 ^c	53.67 ± 8.505
6#	45.45	291.171 ± 32.831 ^b	2.29 ± 0.044 ^b	49.67 ± 25.968

注:表中同列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

2.2 日本沼虾配合饲料中的最适蛋白质含量

分别以增重率和特定生长率为评价指标,以饲料实测蛋白质含量作为饲料蛋白质标准,进行抛物线回归分析,求得日本沼虾最适蛋白质的需求范围^[8]。

增重率是反映动物生长速度快慢的一项重要指标。从图 1 可以看出,当饲料的蛋白质含量由 30.17% 上升到 35.48% 时,虾体增重率随着饲料中蛋白质含量的增加上升的速度比较快;当饲料蛋白质含量达到 39.32% 后,随着饲料蛋白质含量的增加虾体的增重率趋于恒定;当饲料蛋白质含量超过 41.67% 后,虾体的增重率反而随着饲料蛋白质含量的增加而下降。虾体平均增重率与饲料蛋白质含量的二次回归曲线方程为 $Y_1 = -0.6129X^2 + 50.601X - 728.16$ ($R^2 = 0.6856$, $P = 0.046$)。按照抛物线回归方法计算,求得当饲料蛋白质含量在 41.28% 时,虾体的增重率达到最大值。

由图 2 看出,当饲料蛋白质含量由 30.17% 升高到 39.32% 时,虾体的特定生长率随着饲料蛋白质含量的增加而升高;当饲料蛋白质含量达到 39.32% 时,虾体的特定生长率也趋于恒定;当饲料蛋白质含量超过 41.67% 时,虾体的特定生长率反而下降。虾体特定生长率与饲料蛋白质含量的二次回归方程为 $Y_2 = -0.0026X^2 + 0.214X - 2.0524$ ($R^2 = 0.69$, $P = 0.034$)。按照抛物线回归方法计算,求得当饲料蛋白质含量在 41.15% 时,虾体的特定生长率达到最大值。

上述两个二次回归方程得出的日本沼虾饲料蛋白质的最适蛋白质含量为 41.28% 和 41.15%,因此得出日本沼虾配合饲料中最适蛋白质含量的范围约为 41% ~ 41.5%。

2.3 饲料中不同蛋白质含量对虾体(全虾)成分的影响

从虾体成分检测结果可知,饲料蛋白质含量的不同对日本沼虾虾体的水分含量和粗蛋白质含量存在显著影响($P < 0.05$),但对虾体的粗脂肪含量和粗灰分含量无显著影响($P > 0.05$),实测结果见表 4。当饲料蛋白质含量为 39.32% ~ 41.67% 时,虾体的水分含量较低但蛋白质含量较高,与其它各试验组存在显著差异($P < 0.05$)。

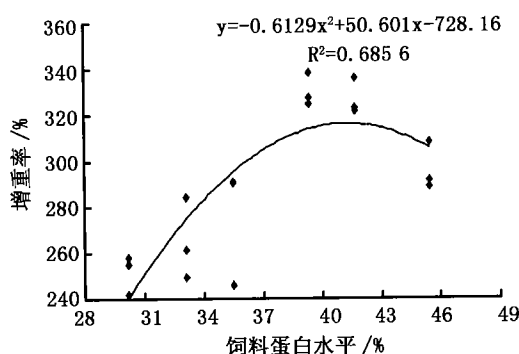


图1 饲料蛋白水平与增重率关系的二次曲线回归分析

Fig. 1 Quadratic model regression analysis of the relationship of weight gain rates with dietary protein levels

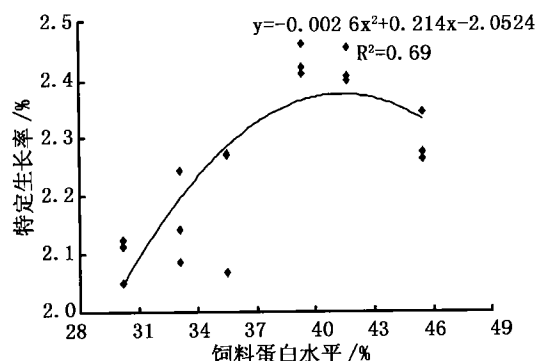


图2 饲料蛋白水平与特定生长率关系的二次曲线回归分析

Fig. 2 Quadratic model regression analysis of the relationship of specific growth rates with dietary protein levels

表4 饲料蛋白水平对全虾体成分的影响(占湿重的%)

Tab. 4 Effect of dietary protein levels on the whole body composition(% on wet weight basis)

组别	水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗灰分
1#	77.52 ± 0.339 ^c	12.88 ± 0.168 ^c	2.16 ± 0.176	3.41 ± 0.096
2#	77.44 ± 1.132 ^c	13.17 ± 0.496 ^c	2.17 ± 0.402	3.35 ± 0.108
3#	76.22 ± 0.651 ^{ab}	13.83 ± 0.358 ^b	2.50 ± 0.139	3.48 ± 0.117
4#	75.46 ± 0.205 ^a	14.69 ± 0.157 ^a	2.52 ± 0.298	3.78 ± 0.120
5#	75.62 ± 0.274 ^a	14.61 ± 0.212 ^a	2.50 ± 0.058	3.66 ± 0.145
6#	76.98 ± 0.359 ^{bc}	13.35 ± 0.294 ^{bc}	2.36 ± 0.139	3.64 ± 0.409

注:表中同列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

3 讨论

蛋白质是构成虾体的主要成分。蛋白质的生理功能主要是供体组织蛋白质的更新、修复以及维持体蛋白质现状,用于体蛋白质的增加,作为能源,构成体内各种激素和酶类的重要成分。本试验采用单因子蛋白水平梯度法,分别用增重率和特定生长率与饲料蛋白质水平拟合成二次曲线回归模型,利用抛物线拐点法确定日本沼虾对蛋白质的需要量分别为41.28%和41.15%,则认为日本沼虾对配合饲料中蛋白质的最适需要量约为41%~41.5%。这与虞冰如等^[9]研究的日本沼虾配合饲料中最适蛋白质范围为36.8%~42.27%是一致的。但与熊六凤等^[10]在青虾蛋白质及能量需要量的研究中得出的青虾的最适蛋白为30%相差较大,两者试验结果相差较大可能是由于试验虾的规格、饲料源、饲养环境及试验方法不同所致。

吴锐全等^[11]对体重为0.8g的罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)测定其饲料蛋白质的最适含量为35%;徐新章等^[12]报道过中国对虾(*Penaeus chinensis*)幼虾饲料蛋白质适宜含量为44%;Lin等认为,斑节对虾(*Penaeus monodon*)配饵中蛋白质适宜含量为35%;吴志新等报道了红螯螯虾(*Cherax quadricarinatus*)配合饵料蛋白质适宜含量为30%~35%;Andrew等^[13]指出白对虾(*Penaeus setiferus*)的蛋白质需要量为28%~32%;Talays等报道褐对虾(*Penaeus brasiliensis*)获得最大增重率的蛋白质水平为40%;刘立褐等^[14]报道了南美白对虾(*Penaeus vannamei*)饲料配方中适宜的粗蛋白质含量应为36%左右。本试验结果得出日本沼虾的最适蛋白含量低于中国对虾幼虾,高于罗氏沼虾、斑节对虾、红螯螯虾、白对虾、褐对虾和南美白对虾的最适蛋白含量。

本试验测定了日本沼虾虾体的蛋白质含量,结果发现,饲料蛋白水平对试验虾全虾的体成分的影响

程度不同。全虾中的粗脂肪含量和粗灰分含量随饲料中蛋白水平的改变,变化较小,各试验组之间无显著差异($P > 0.05$),但虾体水分含量和粗蛋白含量会随饲料中蛋白水平的改变而存在显著的差异($P < 0.05$)。饲料中的蛋白水平从 30.17% 升高到 41.67% 时,虾体的水分含量减少,但粗蛋白含量增加;饲料蛋白水平再升高,虾体的水分含量升高,粗蛋白含量反而下降。本试验表明并不是饲料中的蛋白水平越高,虾体的蛋白含量越高,饲料中能量相对不足时,多余的蛋白质将通过脱氨基作用氧化供能,从而使虾体的蛋白含量相对降低^[15]。

本试验日本沼虾各试验组虾体的成活率都比较低,可能是因为试验虾大小差异较大,个体间体质不一致,造成蜕皮不同步,蜕皮虾容易被其它虾攻击撕咬吞食。另外,由于日本沼虾喜攀爬网片,吃剩的残饵和排出的粪便吸附在网片上,均容易造成局部水质恶化,这都会影响日本沼虾的生长,特别是软皮虾体质弱,比较容易造成死亡。这些原因都会造成日本沼虾的成活率降低。

参考文献:

- [1] 刘瑞玉. 中国北部的经济虾类[M]. 北京: 科学出版社, 1955: 3-4.
- [2] 姜乃澄,周双林. 日本沼虾触角腺形态学的初步研究[J]. 浙江大学学报(理学版), 2001, 28(3): 309-314.
- [3] 昌鸣先,陈孝焯,吴志新,等. 虫草多糖对日本沼虾免疫机能的影响[J]. 华中农业大学学报, 2001, 20(3): 275-278.
- [4] 赵云龙,堵南山,赖伟. 日本沼虾精子发生的研究[J]. 动物学报, 1997, 43(3): 243-248.
- [5] Kim Dae-Hyum, Kang Jung-Ha, Han Chang-Hee. Ultrastructure and role of somatic cells in *Macrobrachium nipponense* testis[J]. J Kor Fish Soc, 2000, 33(5): 403-407.
- [6] 邱高峰,堵南山,赖伟. 热休克法诱导日本沼虾四倍体的初步研究[J]. 水产学报, 1997, 21(1): 13-18.
- [7] Mashiko Kazuo, Numachi Ken-ichi. Derivation of populations with different-sized eggs in the palaemonid prawn *Macrobrachium nipponense* [J]. J Crustac Biol, 2000, 20(1): 118-127.
- [8] 王渊源. 鱼虾营养概论[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1993: 10-11.
- [9] 虞冰如,沈竑. 日本沼虾饲料最适蛋白质、脂肪含量及能量蛋白比的研究[J]. 水产学报, 1990, 14(4): 321-327.
- [10] 熊六凤,陆伟. 青虾蛋白质及能量需要量的研究[J]. 水利渔业, 2004, 24(6): 74-75.
- [11] 吴锐全,肖学铮,黄樟翰,等. 罗氏沼虾饲料蛋白质最适含量的研究[J]. 大连水产学院学报, 2000, 15(3): 164-168.
- [12] 吴志新,陈孝焯,罗宇良,等. 不同饵料蛋白质含量对红螯螯虾生长的影响[J]. 水利渔业, 1998, 4: 22-23.
- [13] Andrews J W, Sick L V, Baptist G J, et al. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp [J]. Aquaculture, 1972, (1): 341-347.
- [14] 刘立鹤,郑石轩,郑献昌,等. 南美白对虾最适蛋白需要量及饲料蛋白水平对体组分的影响[J]. 水利渔业, 2003, 23(2): 11-13.
- [15] 邵庆均,苏小凤,许梓荣,等. 饲料蛋白水平对宝石鲈生长和体组成影响研究[J]. 水生生物学报, 2004, 28(4): 367-373.