

文章编号:1005-8737(2000)01-0055-05

配饵中能量蛋白比与中华绒螯蟹生长之间的关系

钱国英, 朱秋华

(浙江万里学院, 浙江 宁波 315101)

摘 要:在水族箱中,用体重19~25 g的中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)对配饵中蛋白质的能蛋白比与蟹生长之间的关系进行了研究。蛋白质设定为36%、40%和44% 3个水平,能蛋白比设定了40、45和50 kJ/kg 3个水平,每个水平各有6个重复。结果表明,配饵中的粗蛋白含量和能量蛋白比与蟹体生长、蛋白增加量和饲料系数存在着显著的相关关系($P < 0.05$),蟹体的生长、SGR和PER随饲料中蛋白质含量的增加和能蛋白比下降呈上升趋势,饲料系数则下降。当粗蛋白含为44%,能蛋白比为45 kJ/kg时,可获最大生长和饲料效率。因而,不同生长期的河蟹饲料中考虑适宜的能量蛋白比是有意义的。

关键词:中华绒螯蟹;生长;配合饵料;能蛋白比

中图分类号:S968.253

文献标识码:A

蛋白质含量和能量蛋白比(C/P比)在饲料的配制上具有重要的意义,饲料中适宜的C/P比既有利于能量的利用,又有利于蛋白质的利用,可提高饲料利用率,改善养殖效果。近年来,对鱼类能蛋白比的一些研究^[1~6]已表明,饲料中适宜的C/P比随鱼的种类和生长阶段而变化。甲壳类能蛋白比方面的研究尚很少,Donna^[7]研究红原螯虾(*Procambarus clarkii*)配饵的适宜C/P比时,以生长率和虾体生化组成为评价指标,得到最适蛋白质含量为30%,C/P为8.3 kCal/kg的结果;陈立侨^[8]等对体重2.01 g的中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)的研究中,得到最适蛋白质含量和能蛋白比为40%和7.1~8.7 kCal/kg。对20 g左右的成龄中华绒螯蟹配饵中适宜C/P比尚未见有专门报道。本实验是在研究20 g左右中华绒螯蟹对蛋白质、脂肪、纤维素等营养素(见另文)的基础上,探讨饲料中的C/P比与中华绒螯蟹生长之间的关系,为确定蟹饲料中适宜的C/P值,提供理论依据。

收稿日期:1999-07-19

基金项目:浙江省教委资助项目(981193)

作者简介:钱国英(1961-),女,浙江宁波人,浙江万里学院副教授,从事水产动物营养与饲料研究。

1 材料与方法

1.1 实验蟹

取自浙江上虞海涂养殖场,体重19~25 g。将蟹随机放于18只水族箱中,每组20只。箱内放置拱形瓦片数块,供蟹栖息。连续冲气增氧,每天排污1次,换水1/3。实验全期27 d,实验期间水温22~25℃。

1.2 饲料配制及投喂

以酪蛋白、鱼油、糊精为原料,添加适量的结晶纤维素按表1配合成18种实验饲料。蛋白质设定3个水平,分别为36%、40%、44%;能蛋白比设定为3个水平,分别为40、45、50 kJ/kg,每个水平有6个重复。各组饲料添加1%自配混合维生素和4%混合矿物质。用绞肉机制成3.5 mm的颗粒饲料,60℃恒温干燥至恒重,冷却后冷藏备用。

日投饲2次,上午9时,下午4时。投饲量视蟹摄食情况随时调整。投饲2 h后,用虹吸管收集残饵,用滤纸吸去表面水分,60℃恒温干燥至恒重,称量,计算摄食量。

1.3 测定指标及方法

蛋白质含量;凯氏半微量定氮法。

饲料系数(FCR) = 饲料摄入量/体重增加量

体重生长比率(SGR, %) = $100(\ln W_t - \ln W_0)/t$

能量蛋白比(C/P) = kg 饲料中所含总能(kJ)/

t , 式中: W_t 为实验结束时平均体重;

kg 饲料中粗蛋白含量(kg)

W_0 为实验开始时平均体重;

2 结果与讨论

t 为实验天数。

蛋白质效率(PER) = 体重增加量/蛋白质摄取

饲养实验的生长测定及饲料利用状况见表 2。

量

表 1 实验饲料的组成

Table 1 Composition of experimental diets

%

饲料编号 Number	酪蛋白* Casein	鱼油 Fish oil	糊精 Dextrin	蛋白质总量** Protein	总能(kJ·kg ⁻¹) Gross energy	能蛋白比/(kJ·kg ⁻¹) Energy/Protein
1	39.30	4	47.70	35.95	17.462	48.56
2	39.30	6	43.70	36.03	17.730	49.21
3	39.30	8	39.70	35.98	18.014	50.07
10	39.30	4	45.70	36.01	17.429	48.40
11	39.30	6	41.70	36.05	17.722	49.16
12	39.30	8	43.70	36.03	18.040	50.07
4	43.67	4	41.33	39.99	17.465	43.67
5	43.67	6	47.33	40.03	17.758	44.31
6	43.67	8	39.33	40.08	18.076	45.16
13	43.67	4	43.33	40.02	17.474	43.66
14	43.67	6	39.33	39.95	17.764	44.47
15	43.67	8	35.33	39.95	18.060	45.21
7	48.03	4	34.97	44.01	17.494	39.75
8	48.03	6	36.97	44.05	17.812	40.44
9	48.03	8	32.97	44.01	18.104	41.14
16	48.03	4	34.97	44.00	17.439	39.76
17	48.03	6	36.97	43.91	17.810	40.56
18	48.03	8	32.97	43.96	18.105	41.18

* 理论值. Theoretical values. ** 测定值. Observed values.

表 2 饲养实验结果

Table 2 Results of feeding experiment

实验号 Number	实验始均重/g Initial mean weight	实验末均重/g Final mean weight	平均增重/g Average gain weight	生长比率 SGR	体蛋白增加量 Body protein gain	蛋白质效率 PER	饲料系数 FCR
1	21.35	29.90	8.55	1.68	2.717	1.41	1.97
2	21.34	29.30	7.96	1.59	2.571	1.20	2.31
3	20.56	28.09	7.53	1.56	2.430	1.14	2.43
10	24.01	32.16	8.15	1.46	2.656	1.21	2.29
11	21.98	29.72	7.74	1.51	2.514	1.15	2.41
12	21.76	29.95	8.19	1.58	2.605	1.26	1.21
4	23.17	32.51	9.34	1.69	2.966	1.43	1.75
5	22.22	30.29	8.07	1.55	2.609	1.08	2.32
6	23.96	32.77	8.81	1.57	2.850	1.22	2.05
13	23.21	33.08	9.87	1.77	3.112	1.53	1.63
14	21.65	39.35	9.20	1.77	2.903	1.45	1.73
15	22.09	29.97	7.88	1.53	2.560	1.04	2.40
7	21.74	29.99	8.25	1.61	2.652	1.04	2.18
8	20.53	30.68	9.85	1.96	3.048	1.33	1.69
9	21.69	30.47	8.78	1.70	2.793	1.10	2.06
16	21.86	30.39	8.52	1.65	2.733	1.07	2.13
17	23.57	33.59	10.02	1.77	3.161	1.41	1.61
18	21.87	31.04	9.17	1.75	2.890	1.24	1.84

2.1 不同的蛋白质水平和能蛋比对蟹体增重和生长比率的影响

分别对 3 个蛋白质水平的蟹体增重和生长比率进行了方差分析和多重比较(最小显著差数法, LSD 法)。结果表明, 蛋白质 3 个水平间的蟹体增重和生长比率差异显著, 以 44% 蛋白质水平的体增重和生长比率最高($P < 0.05$)(图 1)。

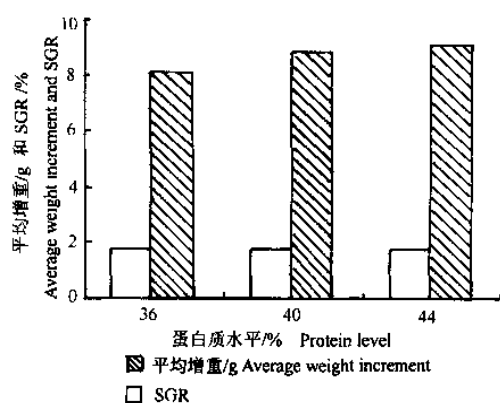


图 1 蛋白质与平均增重和 SGR 的关系

Fig. 1 Relationships between protein level, average gain weight and SGR

分别对 3 个能蛋比水平的蟹体增重和生长比率进行了方差分析和多重比较(LSD 法), 结果表明, 3 个水平间的体增重和生长比率的差异也是显著的, 以 40.5 kJ/kg 的能蛋比为最好($P < 0.05$)(图 2)。

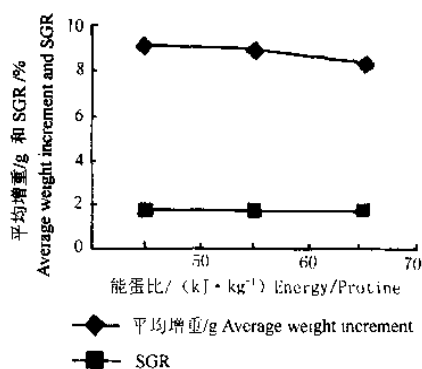


图 2 能蛋比与平均增重和 SGR 的关系

Fig. 2 Relationships of C/P levels with average weight gain and SGR

从上述结果发现, 蟹的生长随饲料蛋白质含量的增加有上升趋势, 但还受饲料中非蛋白质能量和蛋白质含量的共同影响, 饲料中蛋白质和非蛋白质能量平衡与否与蟹的生长速度密切相关。当饲料中非蛋白能量不足时, 饲料中蛋白质便不再是用于蟹体的积累, 而是被转化为能量, 为蟹体维持生存所消耗; 反之, 高能量饲料会抑制蟹的食欲, 减少摄食, 从而减少了生长所必需的蛋白质和其它重要物质的摄入, 同样会使蟹的生长速度下降。对饲料中的粗蛋白含量和能蛋比与蟹体增重和生长比率进行了回归分析发现, 蟹体增重与饲料蛋白质含量呈显著的正相关关系: $W = 3.2752 + 0.1346P$ ($r = 0.5875$, $P < 0.01$); 蟹体增重与饲料能蛋比之间呈显著的负相关关系: $W = 14.223 - 0.1242C/P$ ($r = -0.6307$, $P < 0.01$)。生长比率也有同样状况: $SGR = 0.7665 + 0.0221P$ ($r = 0.5999$, $P < 0.01$); $SGR = 2.5390 - 0.0199C/P$ ($r = -0.6034$, $P < 0.01$)。C/P 的变化受制于饲料中的总能与粗蛋白含量, 当饲料中能量恒定时, C/P 值随粗蛋白的含量上升而下降, 如果此时生长与粗蛋白含量成正比, 则势必与 C/P 值成反比。当饲料中粗蛋白质含量恒定时, C/P 值仅随饲料中的非蛋白质能量的变化而变化。本实验中快速生长出现在最高蛋白质水平处, C/P 值相对较低, 故出现了生长比率和增重等生长指标与能蛋比的负相关现象。作者对陈立侨^[8]在体重 2 g 左右幼蟹中所作实验的资料进行生长比率与 C/P 比的相关分析, 也有相似结果: $SGR = 94.5006 - 2.8872C/P$ ($r = -0.7706$, $P < 0.05$), 其快速生长时的饲料蛋白质含量也出现在较高水平上, 而 C/P 值相对较低, 这些现象均表明不适宜的非蛋白能量会抑制蟹的快速生长。

2.2 不同的蛋白质水平和能蛋比与体蛋白增加量、蛋白质效率和饲料系数的关系

分别对 3 个蛋白质水平的体蛋白增加量、蛋白质效率和饲料系数进行了方差分析和多重比较(LSR 法), 结果表明, 此 3 项指标的 3 个蛋白质水平差异均显著($P < 0.05$), 以 44% 蛋白质水平为最好(图 3)。

对 3 个 C/P 水平的体蛋白增加量、PER 和 FCR 进行的方差分析表明, 差异也是显著的($P < 0.05$), 以 40 kJ/kg 的 C/P 为最好(图 4)。

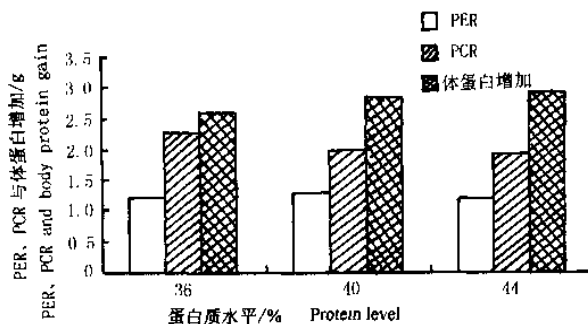


图3 蛋白质水平与体蛋白增加、PER 和 FCR 的关系

Fig.3 Relationships of protein levels with protein gain, PER and FCR

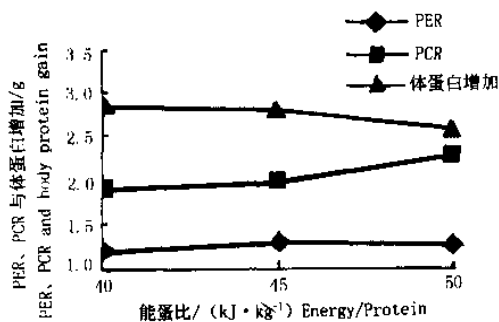


图4 能蛋比与体蛋白增加、PER 和 FCR 的关系

Fig.4 Relationships of C/P with protein gain, PER and FCR

在本实验范围内,蟹体蛋白增加量(Y)与饲料粗蛋白含量和能蛋比有一定的相关关系,其回归方程如下:

$$Y = 1.2779 + 0.0372P \quad r = 0.5845$$

$P < 0.01$

$$Y = 4.4116 - 0.0306P \quad r = -0.5232$$

$P < 0.05$

饲料系数与饲料中蛋白质含量和 C/P 比也呈一定的相关关系,其回归方程为:

$$FCR = 3.8074 - 0.0438C/P \quad r = -0.5142$$

$P < 0.05$

$$FCR = 0.1504 + 0.0426C/P \quad r = 0.5593$$

$P < 0.05$

以上结果表明,蟹体蛋白增加量和饲料效益均随饲料中粗蛋白含量的增加而提高,随饲料中 C/P 的升高而减少,这与前述的体增重和生长比率的增长趋势是一致的。

合理的能蛋比可提高饲料蛋白质的利用率,有利于蟹体的正常生长。当饲料中蛋白质含量和能量水平不平衡时,机体的正常代谢将受阻,而使生长和饲料转化率下降。

3 结语

中华绒螯蟹配饵中适宜的蛋白质含量为 44%, 的能蛋比为 40 kJ/kg。

参考文献:

- [1] De Siwe S S. Interaction of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia[J]. Aquaculture, 1991, 95(314):305-318.
- [2] Galing D L, Wilson R P. The optimum dietary levels of protein and energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus* [J]. J Nutri, 1976, 106:1368-1375.
- [3] Page J W, Andrews J W. Interactions of dietary levels of protein and energy and channel catfish[J]. J Nutri, 1973, 103:1339-1346.
- [4] Takeuchi T. Optimum ratio of energy to protein for carp[J]. BJSSF, 1979, 45:983-987.
- [5] 戴祥庆,杨国华,李 军. 青鱼饲料最适能量蛋白比的研究[J]. 水产学报, 1998, 12(1):35-41.
- [6] 林黑着,江 琦,黄剑南,石 红. 鲮配合饲料适宜蛋白含量及蛋白能量比的初步研究[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(3):187-191.
- [7] Danna M H. Optimum ratio of dietary to energy for red crayfish (*Procambarus clarkii*) [J]. The Progressive Fish Culturist, 1986, 48(4):233-237.
- [8] 陈立侨,堵南山,赖 伟. 中华绒螯蟹配饵中适宜能量蛋白比的研究[A]. 见:首届全国水产学术研讨会论文集[C]. 上海:同济大学出版社, 1995. 8-14.

Relationships between ratio of dietary protein to energy and growth of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*

QIAN Guo-ying, ZHU Qiu-hua

(Zhejiang Wanli College, Ningbo 305101, China)

Abstract: The sample crabs (*Eriocheir sinensis*) with body weight of 19~25 g were collected from Shangyu Culturing Farm of Zhejiang Province. With the initial body weight above, the experiment was carried out. Three pure protein levels of diet were set, which were 36%, 40% and 44%. Also, 3 levels of energy/protein ratio (C/P) were set, which were 40, 45 and 50 kJ/kg. For each level above, 6 replicas were set. The composition of the experimental diets included casin, fish oil and dextrin. The experiment went on 27 d and the water temperature was kept between 22~25 °C. During this term, feeding was performed 2 times per day and the residual diets were collected 2h after the feeding and dried to constant weight at a constant temperature of 60°C, then the diet-intaken amount could be calculated. The protein content was determined with Kjeldahl nitrogen method, and the special growth rate (SGR) was calculated based on $100(\ln W_t - \ln W_0)/t$, where W_t was average end body weight and W_0 the initial; t was experimental days. The protein efficient ratio (PER) was body weight increment to protein-intaken amount. The feed coefficient ratio (FCR) was protein-intaken amount to body weight increment. The results showed that the weight gain, SGR and PER increased with the increase of protein content and the decrease of C/P; the optimum protein content and C/P in diet were 44% and 40.5 kJ/kg for growth and dietary efficient of young crab. It comes to the conclusion that it is of significance to consider an optimum C/P at each growth stage.

Key words: *Eriocheir sinensis*; growth; formulated diet; ratio of protein to energy