

文章编号:1005-8737(2000)03-0110-03

·研究简报·

饲料中的钙磷水平对中华绒螯蟹 生长与饲料效率的影响

Effect of calcium and phosphorus in formulated diet on growth and
feeding coefficient of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*

钱国英, 朱秋华

(浙江万里学院, 浙江 宁波 315101)

QIAN Guo-ying, ZHU Qiu-hua

(Zhejiang Wanli College, Ningbo 315101, China)

关键词: 中华绒螯蟹; 配合饲料; 钙; 磷; 生长; 饲料效率

Key words: *Eriocheir sinensis*; formulated diet; Ca; P; growth; feeding coefficient

中图分类号: S968.250.4

文献标识码: A

随着中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*, 河蟹)养殖的迅速发展, 对河蟹的营养生理和配合饲料方面的研究也有较大进展^[1-6], 但迄今有关河蟹饲料中适宜钙磷含量的研究甚少, 仅见到有关饲料矿物质适宜总量和钙磷含量对河蟹生长影响的初步报告^[7]。本试验旨在了解钙磷对养殖河蟹生长和蜕壳的影响, 为确定河蟹饲料中适宜的钙磷含量提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验蟹及管理

试验蟹取自浙江上虞海涂养殖场, 体重 29~33 g。随机分成 9 组, 分别置于 9 只水族箱中, 每箱 20 只。箱内放置数块拱形瓦片供蟹栖息。发现蜕壳蟹加盖瓦片予以保护。水深 50 cm, 连续充气增氧, 每天排污 1 次, 换水 1/3。试验适应期 1 周, 全期 27 d。试验期间水温 25~29℃, 水中钙、磷质量浓度分别为 40.5 mg/L 和 0.04 mg/L。

1.2 试验饲料配制及投喂

以鱼粉、豆粕、4 号粉等为原料的基础饲料营养成分为: 粗蛋白 40.51%, 粗脂肪 6.78%, 粗纤维 3.35%, 总能 17.73 kJ/kg。其中添加有绍兴鱼用饲料厂生产的蟹用复合维生素和矿物质(不含钙磷)。基础饲料中钙磷含量分别为 1.45% 和 0.92%。试验饲料中钙磷含量分别设置 3 个水平。用碳

酸钙和磷酸氢二钠调节饲料中钙磷含量。选用 $L_9(3^4)$ 正交表安排试验, 除考虑钙磷水平外还考虑了钙磷的交互作用。水平设置见表 1。

表 1 钙磷的水平

Table 1 The level designs of calcium and phosphorus in diet %

水平 Level	钙 Ca	磷 P
1	1.5	1.2
2	2.2	1.7
3	2.9	2.2

各组原料粉碎混合后, 用绞肉机制成 $\Phi 3.5 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 的颗粒饲料, 60℃ 恒重, 密封冷却后冷藏备用。9 组饲料配合结果见表 2。

表 2 试验饲料中钙磷含量

Table 2 Composition of experimental diets %

试验号 No.	钙/% Ca	磷/% P	钙:磷 Ca:P
1	1.20	1.48	1.23:1
2	1.19	2.23	1.87:1
3	1.20	2.91	2.43:1
4	1.73	1.54	0.89:1
5	1.70	2.21	1.30:1
6	1.71	2.29	1.70:1
7	2.18	1.54	0.71:1
8	2.19	2.17	0.99:1
9	2.18	2.87	1.32:1

收稿日期: 1999-07-12

基金项目: 浙江省教委资助项目 (981193)

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

试验分 9 组。日投饲 2 次,上午 9:00,下午 16:00。投饲量视蟹摄食情况随时调整。投饲 2 h 后,捞取残饵用滤纸吸去表面水,60℃ 恒温至恒重。计算摄食量。每天换水后测水中钙、磷含量。

1.3 测定指标及方法

(1)钙含量 用 EDTA 络合滴定法测定。

(2)磷含量 用钼酸铵比色法测定^[8]。

(3)体重生长比率

$$\text{SGR}/\% = 100(\ln W_t - \ln W_0)/t$$

式中: W_t - 试验结束时平均体重;

W_0 - 试验开始时平均体重;

t - 试验天数。

蛋白质效率(PER/%) = 体重增加量/蛋白质摄入量

饲料系数(FCR) = 饲料摄入量/体重增加量

2 结果与分析

饲养试验的基础测定结果列于表 3。

表 3 饲料试验结果

Table 3 Results of feeding experiment

试验号 No.	总增重/g Total weight gain	平均增重/g Average weight gain	摄食量/g Feeding quantity	生长比率/% SGR	蛋白质效率/% PER	饲料系数 FCR
1	249.6	12.48	451.8	1.76	1.36	1.81
2	*259.6	12.98	462.1	1.76	1.38	1.78
3	281.2	14.06	503.5	2.01	1.38	1.79
4	*260.2	13.01	403.3	1.81	1.59	1.55
5	281.8	14.09	397.3	1.96	1.75	1.41
6	298.4	14.92	417.8	2.08	1.76	1.40
7	251.8	12.59	435.6	1.76	1.43	1.73
8	262.6	13.13	433.3	1.78	1.50	1.65
9	288.4	14.42	441.3	1.97	1.59	1.53

* 组各死亡试验蟹 1 只,总增重以平均增重×20 计算。One crab died in * group; weight gain is average weight gain×20.

由表 3 可见,第 6 组的 SGR、PER 最高,FCR 最低。第 1 组的 SGR、PER 和 FCR 都最差。

2.1 饲料中磷含量对各测定指数的影响

从 3 个水平的磷含量对蟹体增重、生长比率、饲料系数

和蛋白质效率的影响的方差分析结果来看,不同的磷含量在饲料系数和蛋白质效率上存在着极显著的差异($P < 0.01$),对蟹体增重存在着显著的差异($P < 0.05$),而对生长比率有一定的差异($P < 0.1$)。

表 4 最佳钙磷水平分析(LSD 检验)

Table 4 Analysis of the most optimal level of calcium and phosphorus

指标 Index	因素 Source	一、二水平差数 Difference between 1, 2 levels	二、三水平差数 Difference between 2, 3 levels	一、三水平差数 Difference between 1, 3 levels	LSD _{0.01}	LSD _{0.05}	LSD _{0.1}
平均增重 AWG	磷 P 钙 Ca	0.84** 0.71*	0.63* 1.07*	0.21 1.78**	1.1056	0.4489	0.3252
生长比率 SGR	磷 P 钙 Ca	0.07 0.05	0.09 [△] 0.12*	0.02 0.17*	0.2432	0.1054	0.0715
饲料系数 FCR	磷 P 钙 Ca A×B	0.34** 0.09* 0.06 [△]	0.19** 0.04 0.02	0.15* 0.12* 0.08*	0.1816	0.0787	0.0534
蛋白质效率 PER	磷 P 钙 Ca A×B	0.33** 0.08* 0.05 [△]	0.19** 0.04 0.03	0.14* 0.12* 0.08*	0.1618	0.0701	0.0480

△有一定差异 Difference; * 差异显著 Significant difference; ** 差异极显著 Highly significant difference.

进一步作多重比较(最小显著差数法, LSD 法),发现磷含量的 3 个水平的饲料系数和蛋白质效率均存在极显著差异($P < 0.01$)。以第 2 水平的磷含量组呈高的蛋白质效率和低的饲料系数。对平均生长比率所作的检验也表明差异主要存在在第 2 水平组与 1、3 水平组之间($P < 0.05$),见表 4。

从上述 4 项指标的分析结果来看,磷的第 2 水平组(即 1.7%)为本试验中最佳水平。

2.2 饲料中钙含量对各测定指标的影响

从表 4 可见,3 个水平的钙含量对蟹体增重存在着极显著的影响($P < 0.01$),对生长比率、饲料系数、蛋白质效率等

都存在着显著的影响($P < 0.05$)。从多重比较的结果来看, 这些差异主要存在于第 3 水平与 1、2 水平之间($P < 0.05$)。这表明钙的第 3 水平组(即 2.9%)为本试验中最佳水平。

2.3 钙磷的交互作用与各测定指标的关系

钙磷的交互作用对蟹体增重和生长比率的影响差异不显著($P > 0.1$, 表 4), 但对饲料系数和蛋白质效率存在着一定的影响($P < 0.1$)。因此在蟹饲料中考虑钙、磷的合适比例是有意义的。

从最佳钙水平为 2.9% 和最佳磷水平为 1.7% 的结果, 得到钙:磷为 1.7:1。对照表 3 的试验结果, 生长比率、蛋白质效率等指标的最佳组为第 6 组, 其钙磷比亦为 1.7:1, 与分析结果相符。

3 讨论

3.1 饲料中钙磷含量对蟹体生长的关系

河蟹的生长伴随着蜕壳现象而实现, 由于蜕壳要失去许多矿物质, 因此, 饲料中的钙和磷对河蟹的生长起着十分重要的作用。钙是构成体壳的主要物质, 并参与肌肉功能、神经传递、调节渗透压、酶促反应等重要的生理过程。在我们的试验中(蟹种体重 29~33 g), 钙含量从 1.5%、2.2% 上升至 2.9% 时, 蟹体的平均增重和生长比率都明显地增长, 于 2.9% 时呈最大的生长速度。两者之间呈极显著的直线相关关系($r_1 = 0.8865$, $P < 0.01$; $r_2 = 0.8335$, $P < 0.01$)。磷是蛋白质、核酸和磷酸酯等许多生物活性物质的重要成分。河蟹对饲料中的磷有很大的依赖性, 磷含量过低时直接影响蟹体的蜕壳和生长, 这主要与天然水体中磷含量低并且蟹体对天然水体中磷的吸收率低有关系^[7]。本试验中, 磷含量从 1.2%、1.7% 上升到 2.2% 时, 蟹的生长以磷含量在 1.71% 时呈最大的生长比率和绝对增重, 高于或低于这个含量生长比率均下降。

徐新章等^[6]对河蟹蚤状幼体进行了钙磷适宜需求量及其比值的试验, 结果表明, 生长最快时的钙磷含量分别为 2% 和 1%, 钙磷比为 2:1。这一结果与本试验结果有一定的差异。这种差异是蟹体在不同生长阶段对饲料中钙磷需求的变化造成的。现已证实, 不同的生长阶段, 蟹体内钙磷的含量都有较大的变化, 特别在 10 g 以下的幼体、幼蟹阶段, 其含量变化呈无规律状态, 其中磷含量的差值最大可相差 6 倍, 10 g 以上渐趋稳定。另外, 陈立侨^[7]的试验也表明水体中不同的钙含量会影响蟹体对饲料钙源的利用效率。因此, 在实际养殖中, 为达到最快的生长速度, 不同钙硬度的养殖水体, 不同规格的养殖对象, 宜选择最适的钙磷含量。根据本试验

结果, 当水体钙含量为 40 mg/L, 磷含量为 0.04 mg/L 左右时, 河蟹育成期饲料中的适宜钙磷含量分别为 2.9% 和 1.7%, 钙磷比为 1.7:1。

3.2 饲料中钙磷含量与蛋白质效率和饲料系数的关系

钙离子除了构成蟹体外壳外, 还是多种酶的激活剂, 对激素、神经和肌肉的正常功能起着很重要的作用。本试验中, 随着饲料中钙含量的增加, PER 也随之增加, 其变化规律与平均增重相似。因此可以认为, 饲料中钙对 PER 的影响主要是通过影响蟹体生长而实现的。FCR 在钙含量从 2.2% 上升到 2.9% 时呈反弹趋势, 说明钙含量过高, 尽管蟹体生长呈最佳状态, 但影响饲料的消化利用。

磷除了构成蟹体外壳和细胞膜的组分外, 并以磷酸根形式参与氧化磷酸化等过程, 与 RNA 和 Co I、Co II 等合成有关, 因而对蟹体蛋白质合成和饲料转化率等都有极显著的影响($P < 0.01$)。饲料中磷含量对 PER 和 FCR 的影响在磷含量为 1.7% 左右时最好, 高于或低于这个值, PER 呈下降趋势, 而 FCR 上升。

4 结论

河蟹种的配合饲料中, 钙、磷含量的变化对蟹体增重、生长比率、蛋白质效率和饲料系数都有一定的影响($P < 0.01$, $P < 0.05$), 钙、磷含量分别为 2.9% 和 1.7% 时, 获最大的生长比率和最佳的蛋白质效率。

参考文献:

- [1] 陈立侨, 魏斯涛, 赖伟. 中华绒螯蟹的摄食量和胃容量研究[J]. 水利渔业, 1993, (4): 10-12.
- [2] 陈立侨, 堵南山, 赖伟. 中华绒螯蟹对蛋白质和脂肪消化率的初步研究[J]. 水产养殖, 1993, (6): 15-18.
- [3] 陈立侨, 堵南山, 赖伟. 中华绒螯蟹种配饵中豆饼代替部分鱼粉的适宜含量[J]. 水产学报, 1994, 18(1): 24-31.
- [4] 何林岗, 顾志敏. 中华绒螯蟹幼体摄饵量的研究[J]. 海洋与湖泊, 1988, 19(4): 391-395.
- [5] 徐生俊, 严雷, 吴纯. 中华绒螯蟹胃、肠及肝、胰脏蛋白酶初探[J]. 水产科技情报, 1993, 20(5): 196-199.
- [6] 徐新章, 杨萍. 河蟹消化生理的研究—蛋白质、氨基酸消化吸收率[J]. 江西水产科技, 1991, (1): 24-31.
- [7] 陈立侨, 堵南山, 赖伟. 水体和配合饲料的钙、磷含量对河蟹生长的影响[J]. 淡水渔业, 1994, 24(1): 13-15.
- [8] 胡坚, 张婉如, 王振权. 动物饲养学实验指导[M]. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1997. 26-31.