

# 中国对虾对于饲料钙、磷、镁、钾、铁的营养需求量

周洪琪 王义强 王顺昌

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

**摘要** 本文研究了体重8克左右的中国对虾对于饲料钙、磷、镁、钾、铁的营养需求量,为配制无机盐添加剂提供理论依据。应用正交表  $L_{16}(4^5)$  设计饲料试验,5个因素分别为钙、磷、镁、钾、铁,试验持续48天。测定试验虾的生长、含水量、灰分及其壳重与体重之比。结果指出,饲料内含有2.2%钙、0.91%磷、0.11%镁、0.32%钾、不添加铁就能够满足试验虾的营养需求,对虾的生长最佳,含灰分量最少、壳重与体重之比最小。其次饲料内这几种元素的添加水平对于对虾的含水量没有显著性影响。本试验结果不同于李爱杰等(1984)对仔虾、幼虾试验的报导,说明中国对虾在不同生长阶段对于饲料内无机盐的需求量是不同的。

**关键词** 中国对虾,营养需求量,无机盐

无机元素是对虾的重要结构成分和生物活性物质的组成成分,参与体内重要的生理生化过程,是对虾生长发育所必需的营养物质。对虾对于无机盐的摄取不同于其它营养物质,部分可以取之于海水,但是主要还是需要从饲料中摄取,才能满足其营养需求。有关这方面的报导不多。Deshimaru等(1978)、Kanazawa等(1970、1984)、Sedwick(1980)研究了日本对虾对于无机盐的营养需求;李荷芳等(1987)分析了中国对虾的无机成分含量;李爱杰等(1986)研究了我国对虾对于饲料钙和磷的需求;刘发义等(1990)研究饲料铜对中国对虾的影响。本试验在于了解养成期的中国对虾对于饲料钙、磷、镁、钾、铁的营养需求量,为配制无机盐添加剂提供理论依据。

## 1 材料与方 法

根据正交表  $L_{16}(4^5)$  安排16组试验(表1)。5个因素分别为钙、磷、镁、钾和铁。无机盐水平如表2所示。表3表示基础饲料成分。根据表1、表2和表3配制试验饲料。

试验虾的体重8克左右,每组35尾饲养在室内的水泥池中(3.5×2.1×1.1)m<sup>3</sup>,试验前常规清洗消毒水池,试验用水为经过沉淀、80目筛绢过滤后的海水,每天上午测定水质,试验期间的水温24~30℃,盐度21‰左右,pH7.4~8.3,溶解氧大于8mg/L,氨氮小于0.7mg/L。

表 1 试验设计(L<sub>16</sub>4<sup>5</sup>)  
Table 1 Design of the test (L<sub>16</sub>4<sup>5</sup>)

组别	Ca	P	Mg	K	Fe
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

表 2 试验无机盐水平  
Table 2 Levels of the tested minerals

水 平	Ca	P	Mg	K	Fe
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.14(0.45)	0.56(2.15)	0.05(0.51)	0.25(0.48)	20(99.6)
3	0.72(2.30)	0.72(2.78)	0.28(2.83)	0.75(1.43)	120(597.6)
4	1.35(4.35)	1.43(5.50)	0.50(5.05)	1.20(2.80)	210(1045.5)

注: (1) 所用的无机盐分别是 CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O、NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>、KCl、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O、FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; (2) Fe 的单位是 mg/100g 干饲, 余者是 g/100g 干饲; (3) 括弧内为该元素折合为化合物的克数

表 3 基础饲料成分  
Table 3 Composition of basic diet

原 料	%	原 料	%	原 料	%
酪蛋白	44.0	淀 粉	20.5	全鸡蛋	4.0
豆 油	2.5	鱼 油	3.0	维生素	5.0
胆固醇	1.0	甘 氨酸	0.5	无机盐 <sup>(1)</sup>	15.0
微量元素 <sup>(2)</sup>	1.0	粘 合 剂	2.5		

注: (1) 指无机盐加纤维素的总量是 15%, (2) 微量元素混合物为 1g 包含 0.024g AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.476g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.107g MnSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.015g CuCl<sub>2</sub>, 0.023g KI, 0.140g CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.255g 纤维素; (3) 基础饲料成分分析为蛋白质 45%、脂肪 6%、钙 0.85%、磷 0.19%、镁 0.11%、钾 0.074%。

每天早晚各投饵一次,投饵量根据对虾摄食情况进行调整,每天下午清除残饵及排泄物,换水量约 20%。

用抽样法测定试验虾的最初体重和体长,试验过程中及时补充死亡的个体,试验结束时测定每尾虾的体重和体长,根据试验虾最初和结束时的体重和体长计算虾的生长。直接干燥法测定含水量,110°C 将虾烘至恒重。灰化法测定灰分,550°C 灼烧至样品完全变白,冷却后称重。壳重/体重由直接称重后计算。

## 2 结果与讨论

### 2.1 试验虾的生长

表 4 说明试验虾的生长情况,方差分析结果指出,饲料内钙、磷、镁和钾的水平对于对虾的生长有显著性影响,而铁的水平并无显著性影响。就对虾的增长率而言,饲料钙、磷、钾的添加水平具有显著性影响(钙和磷  $P < 0.05$ , 钾  $P < 0.1$ ),运用极差分析法获得最佳添加水平为  $Ca_2P_3Mg_3K_2Fe_2$ ,因为镁和铁的添加水平对于对虾的增长没有显著性影响,所以最佳添加水平可以校正为  $Ca_2P_3Mg_1K_2Fe_1$ 。就对虾的增重率来看,饲料钙、磷、镁的水平具有显著性影响( $P > 0.1$ ),极差分析获得的最佳添加水平为  $Ca_4P_3Mg_1K_4Fe_3$ ,鉴于钾和铁的添加水平对于对虾的增重没有显著性影响,所以最佳添加水平可以校正为  $Ca_4P_3Mg_1K_2Fe_1$ 。

表 4 试验虾的生长

Table 4 Growth of the tested *Penaeus chinensis*

组别	体 长(cm)		增长率 %	体 重(g)		增重率 %
	始 长	终 长		始 重	终 重	
1	9.14	9.20	0.65	8.65	9.43	9.02
2	8.93	9.58	7.28	8.42	9.71	15.08
3	8.97	9.68	7.92	8.42	10.17	20.64
4	8.99	9.34	3.89	8.50	9.34	9.88
5	9.00	9.19	2.11	8.04	8.39	4.35
6	8.77	9.41	7.30	7.64	9.32	22.12
7	9.04	9.53	5.09	8.60	9.16	6.51
8	8.86	9.49	7.11	7.87	9.00	14.36
9	8.70	8.82	1.38	7.60	7.95	4.61
10	8.71	8.85	1.61	8.40	8.70	3.57
11	9.00	9.04	0.44	8.54	9.11	6.68
12	9.00	9.04	0.44	8.54	9.11	6.68
13	8.91	9.18	3.03	8.80	9.46	7.50
14	8.84	8.99	1.70	7.85	8.89	13.25
15	8.73	9.19	5.27	7.91	9.71	22.76
16	8.89	9.35	5.17	8.58	10.32	20.28

从对虾增长和增重二个不同角度来考虑无机盐的最佳配比,唯钙的添加水平是不同的。本试验时间为 8 月 12 日到 9 月 28 日,这是对虾的主要生长期,其生长特点:8 月是对虾体长、体重迅速增加时期;9 月是对虾体重增加最快的阶段,而体长的增加则趋减慢,所以钙的添加就选用能够获得最佳增重率的  $Ca_4$  水平。那末适宜于对虾生长的无机盐最佳配比为

$\text{Ca}_4\text{P}_3\text{Mg}_1\text{K}_2\text{Fe}_1$ 。

## 2.2 试验虾的水分、灰分以及壳重/体重

表 5 说明试验虾的含水量、灰分以及壳重/体重。方差分析结果指出, 饲料内钙、磷、镁、钾和铁的添加水平对于对虾的含水量没有显著性影响 ( $P > 0.01$ )。而饲料钙、磷水平对于对虾的灰分有显著性影响 ( $P < 0.05$ ), 镁、钾、铁的水平则没有显著性影响, 极差分析指出, 钙和磷分别为 1 水平添加时对虾的灰分量最高, 钙为 3 或 4 水平添加、磷为 3 水平添加时灰分量最少。另外, 饲料内钙和镁的水平对于壳重/体重有显著性影响 ( $P < 0.05$ ), 磷、钾、铁的水平则没有显著性影响, 极差分析指出, 镁为 1 水平添加、钙为 2 或 4 水平添加时的壳重/体重最小。由于钙、磷、镁是虾壳的主要成分, 又是重要生物活性物质的组成成分, 因此它们的添加不足或过量均会影响到体内的物质代谢过程, 从而使有机物质的合成减少、灰分增加、壳重增加。若饲养对虾的灰分量少、壳重/体重小, 就相应地提高了它们的营养价值。因此为了获得营养价值高的对虾, 饲料内无机元素的最佳配比为  $\text{Ca}_4\text{P}_3\text{Mg}_1$ 。

表 5 试验虾的水分、灰分及壳重/体重

Table 5 Moisture, ash and crust wt. /body wt. of tested *P. chinensis*

组别	水分 (%)	灰分 (%)	壳重/体重
1	81.29	3.98	4.07
2	78.43	3.49	4.16
3	77.16	3.85	5.45
4	77.11	3.22	4.59
5	80.31	3.82	4.38
6	78.99	3.56	4.02
7	78.75	2.96	4.00
8	79.41	3.29	4.11
9	79.58	3.56	5.78
10	79.59	2.91	4.90
11	80.49	2.77	4.07
12	77.69	3.26	5.02
13	80.13	3.26	4.78
14	80.53	3.06	4.56
15	79.25	3.10	4.49
16	81.50	3.06	4.13

## 2.3 饲料内钙、磷、镁、钾、铁的最佳添加量

Robertson (1949, 1953) 认为水生动物通过鳃、皮肤可以逆浓度梯度吸收无机离子。Shewbart 等 (1973) 指出褐对虾 *Penaeus aztecus* 通过渗透从海水中获得所需要的钙、钠、钾、氯, 对于磷则因其在海水中含量低需要从饲料中适量摄取。Deshimaru 等 (1978) 利用  $^{45}\text{Ca}$  示踪结果指出, 对虾能够直接从海水中吸收钙, 其吸收量随饲料钙添加的增多而减少。本试验结果指出, 养成期的中国对虾需要从饲料中摄取无机盐, 饲料内适量的添加可以促进对虾的生长, 提高饲料效率, 同时也可以提高养殖虾的质量, 使对虾的灰分量少、壳重小。若饲料内无机盐添加不足或过量均会有碍对虾的生长, 使虾的灰分量增多, 壳重增大。因此在本试验条件下, 我们兼顾了对虾生长和质量二方面的效果, 提出饲料内无机盐的最佳配比为  $\text{Ca}_4\text{P}_3\text{Mg}_1\text{K}_2\text{Fe}_1$ , 饲料内无机盐的实际水平应考虑它们在基础饲料里的含量, 钙为 2.2%、磷为 0.91%、镁为

0.11%、钾为 0.32%、铁不添加。

对虾饲料内无机盐的最佳添加量因对虾的品种、生长期而有差异。如李爱杰等(1986)指出中国对虾的仔虾需要饲料钙 0.12%、磷 0.87%，而幼虾则需要饲料钙 0.72%、磷 1.22%，此结果不同于养成期中国对虾的需求量，尤其是对饲料钙的需求量随着对虾的生长而相应地提高。Kanazawa 等(1984)提出，对于体重为 0.2 克的日本对虾来说饲料内钙和磷的最佳添加量分别为 1%、钾为 0.9%、镁为 0.3%。Deshimaru 等(1978)指出体重为 0.5 克的日本对虾不需要饲料钙和镁，只需要添加 2% 磷和 1% 钾。由此可见，若要配制中国对虾饲料的无机盐添加剂，必须根据中国对虾在不同生长阶段的营养需求。

本试验得到江苏大丰县贝类苗种场沈学新场长的支持，谨此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 李荷芳, 刘发义, 1987. 中国对虾体内几种重要无机元素的含量. 海洋科学, 4:30—33.
- [2] 李爱杰等, 1986. 饵料中钙磷含量及比值对东方对虾(*Penaeus orientalis*)生长的影响. 山东海洋学院学报, 16(4): 10—17.
- [3] 刘发义等, 1990. 饵料中的铜对中国对虾的影响. 海洋与湖沼, 21(5):404—410.
- [4] Deshimaru, O. et al., 1978. Absorption of labelled  $^{45}\text{Ca}$  by prawn from seawater. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44:975—977.
- [5] Deshimaru, O. and Y. Yone, 1978. Requirement of prawn for dietary minerals. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44:907—910.
- [6] Kanazawa et al., 1984. Requirement of the juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, maganese and iron. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, 33(1):63—71.
- [7] Robertson, J. D., 1953. Further studies on ionic regulation in marine invertebrates. *J. Expt. Biol.*, 30: 277—298.
- [8] Sedwick, R. W., 1980. The requirements of *Penaeus merguensis* for vitamin and mineral supplements in diets based on freeze-dried *Mytilus edulis* meal. *Aquaculture*, 19:127—137.
- [9] Shewbart, L. L. et al., 1973. *Nutritional requirements of the brown shrimp, Penaeus astecus*. U. S. Dep. Com. Rep. No. COM-73-11794. NOAA, Office of Sea Grant, Rockville, Md, 52pp.

## NUTRITIONAL REQUIREMENT OF *PENAEUS CHINENSIS* FOR DIETARY CALCIUM, PHOSPHORUS, MAGNESIUM, POTASSIUM AND IRON

Zhou Hong-qi, Wang Yi-qiang and Wang Shun-chang

(Department of Aquaculture, SFU, 200090)

**ABSTRACT** The test of nutritional requirement of *Penaeus chinensis* for dietary calcium, phosphorus, magnesium, potassium and iron was designed with orthogonal method ( $L_{16}4^5$ ). Body weight of the tested *P. chinensis* was about 8g. Duration of the test was 48 days. Growth, moisture and ash of *P. chinensis* were determined. The ratio of crust to body weight was calculated. The diet with 2.2% calcium, 0.91% phosphorus,

0.11% magnesium, 0.32% potassium and without iron were optimum for the fastest growth, minimum ash and the lowest ratio of crust to body weight. The effect of dietary levels of these inorganic elements on *P. chinensis* moisture was not significant. Comparison between our results and Li Ai-jie's report indicated that nutritional requirement of *P. chinensis* for dietary inorganic elements differ with their growth.

**KEYWORDS** *Penaeus chinensis*, nutritional requirement, mineral