

42-47

# 维生素 D 对中国对虾生长影响的研究\*

陈四清 李爱杰  
(青岛海洋大学水产系, 青岛 266003)

S968.226  
Q959.223.5

**A 摘要** 于 1990 年 7—9 月用不同维生素 D 水平的饵料饲喂中国对虾, 研究饵料中维生素 D 的适宜添加量及对对虾的营养作用。结果表明, 每百克饵料中添加 6 000IU 维生素 D, 其体长增长率和增重率最大, 蛋白质消化吸收率最好, 饵料系数最低; V<sub>D</sub> 对对虾存活率无明显影响; 投喂适量的维生素 D 时, 有助于钙、磷在虾体中的吸收、虾壳中的沉积、虾壳的硬化。

**关键词** 中国对虾, 维生素 D, 营养需要, 影响

维生素 D<sub>3</sub> 对钙和磷的代谢起作用。对虾壳中钙的吸收和分解以及有机磷转化都需要维生素 D, 参与, 维生素 D 缺乏则生长不良, 外壳松软并嗜眠。国外关于维生素 D 对虾的营养作用已有多篇报道 (New, 1976; Conklin, 1983; Kanazawa, 1985; He Haiqi et al., 1992), 证明其对虾生长的重要性, 但对其的需要量却未见报道。本研究从多方面评定维生素 D 对中国对虾的营养作用, 并确定其在饵料中的适宜添加量。

## 1 材料和方法

**1.1 实验用虾** 中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 于 1990 年 7 月购自青岛市女姑口养虾场, 其体长、体重每尾平均 8cm 和 7g。

表 1 每百克基础饵料的组成 (g)

Tab. 1 The fundamental composition of formulated diets fed *Penaeus chinensis*

原料名称	含 量	原料名称	含 量
酪蛋白	39	胆固醇	0.2
明 胶	10	褐 藻 胶	1.8
糊 精	18	混合维生素 <sup>1)</sup>	4.0
虾 糠	4	混合无机盐 <sup>2)</sup>	16.0
豆 油	6	混合氨基酸 <sup>3)</sup>	1.0

1) 每百克混合维生素中含(不含维生素 D): 维生素 A, 0.1g; E, 1.0g; K, 0.1g; C, 25g; B<sub>1</sub>, 0.15g; B<sub>2</sub>, 0.67g; B<sub>3</sub>, 1.0g; B<sub>5</sub>, 2.5g; B<sub>6</sub>, 0.4g; B<sub>7</sub>, 0.04g; B<sub>11</sub>, 0.1g; B<sub>12</sub>, 0.01g; 氯化胆碱, 20g; 肌醇, 13.3g; 对氨基苯甲酸, 1.3g。以纤维素粉 34.33g 为载体混匀。

2) 每百克混合无机盐中含: NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 10g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 21.5g; Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 26.5g; CaCO<sub>3</sub>, 10.5g; KCl, 2.8g; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 10g; AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, 1.2g; ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.511g; MnSO<sub>4</sub>·4—6H<sub>2</sub>O, 0.143g; KI, 0.058g; CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.176g; 乳酸钙, 16.5g; 柠檬酸铁, 0.061g。

3) 混合氨基酸在 100g 饵料中含: 赖氨酸, 0.12g; 亮氨酸, 0.03g; 蛋氨酸, 0.03g; 精氨酸, 0.23g; 苏氨酸, 0.32g; 甘氨酸, 0.27g。

\* 国家自然科学基金资助项目, 3880641 号。陈四清, 男, 出生于 1966 年 5 月, 助研。现在黄海水产研究所工作。

收稿日期: 1992 年 12 月 16 日, 接受日期: 1993 年 6 月 12 日。

**1.2 基础饵料** 蛋白源以酪蛋白为主,加部分明胶、虾糠,为使氨基酸平衡,又加 1% 自由氨基酸;糖元用糊精;脂肪源来自豆油,通过皂化、乙醚提取,去除脂溶性维生素;甲壳素来源于虾糠,用索氏提取法去除脂溶性维生素,以保证原料中不含有维生素 D。基础饵料的组成见表 1。

**1.3 实验分组** 实验按维生素 D 的不同用量分为 5 组,以不含维生素 D 者作为对照组,各设 2 平行组,维生素 D 的添加量如表 2 所示。

表 2 饵料中维生素 D 的含量(实验分组)

Tab. 2 Diet with different levels of VD fed *Penaeus chinensis* (The experimental groups of Vitamin D)

组 别	1	2	3	4	5
每百克饵料中 VD 含量 (IU)	0	6 000	12 000	18 000	24 000

**1.4 实验方法** 饵料制备,按分组要求用量,分别将原料混匀,用绞肉机制成  $\phi 2\text{mm}$  的颗粒,于 50—60°C 烘干,真空封袋,低温贮存。对虾先暂养 1—2d,待其适应环境后再分组。每组放虾 6 尾,自 1990 年 7—9 月,进行 30d 和 35d 的两次喂养实验。实验期间水温为 22—27°C, pH 在 8.16—8.34,盐度在 30—32,  $\text{NH}_4\text{-N}$  小于 0.2mg/L, DO 在 6—8ml/L。

每日投喂两次,08:00,16:00 各投喂 1 次。每次投喂 2.5h 后吸出残饵,用滤纸吸干水分、称重,乘以饵料在同样条件下海水浸泡 2.5h 后的干湿比,即为残饵重。从总投饵量中减去总残饵量为总摄食量。

蛋白质消化吸收率的测定,采用间接法,以  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  为指标物。投饵方法及粪便的采集参照麦糠森法(1986)。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的测定,采用二苯碳酰二肼比色法(无锡轻工业学院等,1983)。粗蛋白测定,用微量凯氏定氮法。蛋白质消化吸收率 ( $D_p$ ) 用下式计算:

$$D_p(\%) = 100 \times \left( 1 - \frac{P_f \times O_d}{P_d \times O_f} \right),$$

式中,  $p_d$  为饵料中蛋白质含量(%);  $p_f$  为粪便中蛋白质含量(%);  $O_d$  为饵料中氧化铬含量(%);  $O_f$  为粪便中氧化铬含量(%)。钙、磷的测定,分别采用 EDTA-二钠滴定法(GB 6438-86)和钼蓝比色法(GB 6437-86)。饵料系数 ( $C_d$ ) 的计算式为:

$$C_d = \frac{W_f}{W_e - W_0 + W_d},$$

式中,  $W_f$  为对虾摄食量;  $W_0$  为饲养开始时虾重;  $W_e$  为饲养结束时虾重;  $W_d$  为饲养过程中死虾重。

## 2 结果与讨论

**2.1 维生素 D 对中国对虾生长的影响结果** 结果见表 3。可见,增长率和增重率以第 2 组最高,第 3 组次之;随着维生素 D 含量的增高(高于第 3 组),则其增长和增重皆降低,但第 4 组和第 5 组的增长率之间和增重率之间差异并不大。这说明,适当的添加维生素 D 可促进生长,而添加过量则会产生毒副作用,影响生长,并且过量的维生素 D 甚至比不

添加维生素D的对照组生长得更差。方差分析结果表明,第2组的增长率,第2和第3组的增重率较其他组差异显著( $P < 0.05$ )。饵料系数以第2组为最低,其次是第3组,第4和第5组饵料系数较高。对照组摄食量最大,但利用率不高,饵料系数最差,大于6。这说明,维生素D有促进营养成分吸收利用的作用。成活率除第4组略低外,其它组间无差别,推测各组间成活率差别不明显是因为维生素D属微量营养成分,其生理作用缓慢,本实验添加量的差别在短期内难以形成致死差别。

表3 以不同含量的维生素D饲喂中国对虾试验结果<sup>1)</sup>

Tab. 3 Experimental results of shrimp (*P. chinensis*) fed with different levels of Vitamin D in diets

组别		1	2	3	4	5
体长(cm)	初长	7.76	7.66	7.86	7.99	7.74
	终长	8.33	8.74	8.55	8.53	8.30
	增长	0.57	1.08	0.69	0.54	0.56
增长率(%)		7.3	14.1	8.8	6.8	7.2
体重(g)	初重	6.42	6.50	6.34	6.95	6.47
	终重	7.40	8.04	7.82	7.90	7.35
	增重	0.98	1.54	1.48	0.95	0.88
增重率(%)		15.3	23.7	23.3	13.7	13.6
投饵量(g)		178.0	178.0	178.0	178.0	178.0
残饵量(g)		102.9(360.2) <sup>2)</sup>	126.3(410.6)	112.2(325.6)	120.0(420.2)	128.6(385.1)
摄食量(g)		75.1	51.7	65.8	58.0	49.4
饵料系数		6.39	2.80	3.70	5.09	4.68
成活率(%)		58.5	58.5	58.5	50	58.5

1) 各值为两重复组平均值;体长、体重为两组虾每尾虾的平均体长和体重。

2) 括号内数值为残饵湿重量。

**2.2 维生素D对中国对虾蛋白质消化吸收率的影响结果** 蛋白质消化吸收率  $D_{p-1} < D_{p-5} < D_{d-1} < D_{p-3} < D_{p-2}$ , 以第2组最好,其后随着维生素D含量增加,其消化吸收率递减;未添加维生素D的对照组最差,第2组至第4组差异不大,第5组和对照组结果相近。这与生长所表现的结果一致,说明以第2组所含维生素D量(60IU/g)最有利于中国对虾对蛋白质的消化吸收。饵料中缺乏维生素D或维生素D含量过高,都不利于对虾对蛋白质的消化吸收。由于适量的维生素D可促进蛋白质的消化吸收,从而提高了饵料转化率,降低了饵料系数。

**2.3 维生素D对中国对虾体水分、灰分、钙和磷含量的影响结果** 测定结果见表4。水分在虾壳中以缺乏维生素D组为最低,添加维生素D的几组较高,其中以第3组含量最高;在虾肉中,以缺乏维生素D为最高,其他各组较低,维持在相近水平上。灰分在虾壳和虾肉中皆以对照组为最低;虾壳中灰分随着维生素D添加量的增加而递增,这说明维生素

表 4 不同含量的维生素 D 对虾体水分、灰分、钙和磷含量的影响结果(%)

Tab. 4 Effects of different levels of Vitamin D for contents of moisture, ash, calcium and phosphorus in the body of shrimp (*P. chinensis*) (%)

组 别	水 分		灰 分		钙		磷	
	虾壳	虾肉	虾壳	虾肉	虾壳	虾肉	虾壳	虾肉
1	59.6	78.0	8.92	1.41	2.546	0.076	0.762	0.176
2	64.7	76.8	9.15	1.68	2.802	0.110	0.874	0.176
3	68.8	76.7	9.30	1.46	2.758	0.092	0.836	0.244
4	66.9	76.3	9.39	1.50	2.690	0.064	0.984	0.170
5	66.3	76.7	9.47	1.42	2.522	0.066	0.864	0.162

D 有促进矿物质在虾壳中沉积的功能;在虾肉中以第 2 组灰分含量为最高,此后随着维生素添加量的增加灰分含量而下降,可见在肌肉中,在维生素 D 含量适当时,矿物质有较多的积累,而过量时则矿物质减少。

在饵料中缺乏维生素 D,不论是虾壳和虾肉,其钙和磷含量都较低;添加维生素 D 各组中虾壳的钙含量以第 2 组为最高,添加量超过 60IU/g,则呈下降趋势;第 4 组含磷量最高,其次为第 2 组;第 4 组磷含量异常的高,也有可能分析误差原因。虾肉的含钙量以第 2 组为最高,过量则呈递减趋势;含磷量以第 3 组为最高,维生素 D 大于 120IU/g 的第 4 和第 5 组,其钙和磷含量比对照组还低。以上结果充分说明,添加维生素 D 过量会产生毒性,不仅不能促进钙和磷的吸收和积累,反而会出现抑制作用。

比较表明,虾壳中钙比磷多,而虾肉中磷比钙多;虾壳中钙含量是虾肉中的 20—30 倍,而虾壳中的磷含量仅是虾肉中的 4—5 倍。钙是虾壳的重要组成成份,维生素 D 能促进钙在虾壳中有较多的沉积,这有助于虾壳的生成和虾壳的硬化。在生产中出现的软壳虾,除与饵料中缺少钙和磷盐,维生素 C 以外,缺乏维生素 D 也是导致虾软壳病的一个重要原因。磷在肌肉中是三磷酸腺苷、核酸、磷脂和多种辅酶的重要组成成份,磷在肌肉中的增多,说明这些生物活性物质的增多,从而增强了生命活力,促进了生长。He Haiqi 等(1992)在研究凡纳对虾的脂溶性维生素的营养中指出,维生素 D 对虾的生长影响大于维生素 A 和 K 的作用,而和维生素 B 接近。维生素 D 之所以能够促进生长,钙和磷在虾壳和肌肉中的积累可能是其主要原因。

**2.4 维生素 D 对中国对虾的蜕壳周期的影响结果** 测定了两批对虾的蜕壳情况,结果如表 5。缺乏维生素 D 与否对虾的蜕壳周期影响不大,但仍可看出维生素 D 缺乏或不足时,其蜕壳周期稍长,第 3 组蜕壳周期稍短,维生素 D 过量的第 4 和第 5 组,其蜕壳周期又较长。

### 3 结语

**3.1** 从各生物学指标显示,维生素 D 是中国对虾生长不可缺少的营养物质,其最适添加量为 60IU/g 饵料。过量与不足都会影响中国对虾的生长。

**3.2** 维生素 D 有促进蛋白质消化吸收的作用,其规律与增长、增重等生物学指标相同。

**3.3** 维生素 D 能影响水分、灰分、钙和磷在虾壳和肌肉中的含量。虾壳中灰分随维生素 D

表 5 不同含量的维生素 D 对中国对虾蜕皮周期 (d) 的影响结果  
 Tab. 5 Effects of different levels of vitamin D for exuvial cycle of shrimp (*P. chinensis*)

组 别	7 月 1 日—8 月 4 日 (35d)		8 月 8 日—9 月 7 日 (30d)		平 均
	实验组	平行组	实验组	平行组	
1	11	14	13	14	13.00
2	14	12	14	13	13.25
3	13	12	12	12	12.25
4	14	12	13	13	13.00
5	12	14	12	12	12.50

量的增加而增加,肌肉中灰分含量以维生素 D 60IU/g 组(第 2 组)最高。虾壳中钙和磷含量以第 2 组为最高,过量则下降;虾肉中钙含量同样以第 2 组为最高,含磷量以 120IU/g (第 3 组)为最高。适量的维生素 D 有助于钙和磷在虾壳中的吸收、沉积以及虾壳的硬化。钙和磷在虾壳和肌肉中的积累可能是维生素 D 促进生长的重要原因。

3.4 维生素 D 对虾蜕壳周期影响不大。

#### 参 考 文 献

- 麦康森,1986,对虾 (*Penaeus chinensis*) 对饲料蛋白质及氨基酸的消化率,山东海洋学院学报,16(4): 45—53。  
 无锡轻工业学院、天津轻工业学院合编,1983,食品分析,轻工业出版社(北京),303—306。  
 Conklin, D. E., 1983, The role of micronutrients in the biosynthesis of the crustacean exoskeleton, Proceeding of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition, ed. by Pruder, G. D. et al., Louisiana State University, pp. 146—165。  
 GB. 6437-86。  
 GB. 6438-86。  
 He, Haiqi Addison, L. Lawrence and Ruiyu Liu, 1992, Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble Vitamins, A, D, E and K for Penaeid shrimp, *Penaeus vannamei*, *Aquaculture*, 103:177—185。  
 Kanazawa, A., 1985, Nutrition of penaeid prawn and shrimp, Proceeding of the first International Conference on Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, ed. by Taki, Y., et al., Aquacult. Dept. Southeast Asian Fish. Dev. Center (Manila, Philippines), pp. 123—130。  
 New, M. B., 1976, A review of dietary studies with shrimp and prawns, *Aquaculture*, 9:101—144。

## STUDIES ON THE NUTRITIONAL REQUIREMENT OF VITAMIN D FOR SHRIMP

Chen Siqing<sup>†</sup>, Li Aijie

(Fisheries Department, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003)

### ABSTRACT

To study the proper addition and the nutritional function of VD, different concentrations of VD(0—240IU/g) were used to feed *P. chinensis* in this experiment. The test shrimps were 8cm length and 7g weight in average and were cultured for 35 days.

It was found that by addition of 6 000IU of VD per 100g to diets, the rates of increase of shrimp length and weight were the largest, the digestion of protein was the best, and the feed coefficient was the lowest. It was also found that VD had no obvious effect on the survival rate of shrimps.

The experiment showed that different levels of VD affected the amount of some mineral absorbed and deposited by the shrimp. Higher VD concentration helped absorption of phosphorus, lower concentration helped absorption of calcium, so proper VD content in the diets can help the shrimps to absorb calcium and phosphorus and promote hardening of shrimp shells.

**Key words** *Penaeus chinensis* Vitamin D Nutrient requirement

<sup>†</sup> Now working at Yellow Sea Fisheries Research Institute (CAFS), Qingdao, 266003.