

饵料中的锌对中国对虾的影响

梁德海 刘发义 孙凤 兰信

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

关键词 饵料, 锌, 中国对虾, 羧肽酶 A

提要 本文报道了中国对虾摄食补充锌饵料的实验结果。结果表明, 饵料中加锌与不加锌, 对对虾的增长、增重和成活率均无明显差异; 各组对虾肝胰脏中羧肽酶 A 的比活性也无显著变化。我们认为, 利用上述原料生产的对虾配合饵料, 可以不加锌, 即使饵料中含锌量较高, 对对虾也没有什么危害。

锌是大多数生物必需的微量元素。它是许多酶的组成成分或激活剂, 现今已知与锌有关的酶类达 80 多种^[1], 如碳酸酐酶、羧肽酶、碱性磷酸酶、醇脱氢酶、乳酸脱氢酶、谷氨酸脱氢酶等。锌对人体和家禽家畜的影响, 研究得非常多。研究表明, 缺锌会导致发育减缓、骨骼发育受损、智力发育晚、影响生殖系统和代谢功能等。

锌作为一种重金属污染物对水生生物的影响, 研究得也非常多。但作为一种营养元素, 对水生生物影响的报道并不多。Oqino 和 Yang^[6]报道, 饵料中缺乏锌会使虹鳟生长缓慢、死亡率增加、鳍和皮肤发生糜烂、眼睛发生白内障, 饵料中加锌则可以防止上述症状。当饵料中的锌达到 15ppm 时, 其生长恢复正常。他们对鲤鱼的研究结果, 认为其饵料中锌的含量 15—30 ppm 为宜。Ketola^[4,5]用含 60ppm 锌的白鲑鱼肉喂养虹鳟, 该鱼生长缓慢, 双眼出现白内障, 当饵料中添加锌, 使其达 150ppm 时, 上述症状消失。另外还证实了饵料中锌的含量对蛋白质和碳水化合物的消化率也有影响, 说明了锌是鲤鱼、虹鳟饵料中必需的微量元素。至于对虾对锌的需要量的研究, 则少见报道。最近我们曾向饵料中添加不同量的锌, 研究其对中国对

虾的影响, 现将结果报告如下。

一、材料和方法

1. 实验对虾 本实验所用的对虾于 1986 年 8 月中旬取自青岛市黄岛区对虾养殖场, 运回实验室后在水族箱内暂养 3d。实验开始时, 对虾体长为 7.33—7.55cm, 体重为 5.03—5.42g, 分放于 12 个水族箱中, 水体为 $1.2 \times 0.8 \times 0.7$ m, 每箱放养虾 50 条, 连续流水通气, 分别投喂 6 种含锌量不同的饵料, 每种饵料投喂

表 1 对虾配合饵料的基本组成(%)

Tab. 1 Basic composition of the diets

饵料成分	含量(%)
鱼粉(秘鲁)	25
花生饼	40
玉米面	10
地瓜面	10
麸皮	10
混合无机盐 ¹⁾	1.8
多种维生素 ²⁾	0.2
CMC (粘合剂)	3

1) 含 KH_2PO_4 10%, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10%, CaCO_3 70%, MgCl_2 5%, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.2%, CoCl_2 0.8%, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 1.2%, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.4%, KI 0.2%

2) 含维生素 A, D, E, B, K, 泛酸钙, 烟酸, 噻乙醇(烟台兽药厂产品)

表 2 实验对虾饲养结果
Tab. 2 Results of the rearing experiment

测定项目 箱号	实验开始时			实验结束时			存活率 (%)	平均增长 (%)	平均增重 (%)	平均存活率 (%)	同号饲料 平均增长 (%)	同号饲料 平均增重 (%)
	虾数(尾)	平均体长 (cm)	平均体重 (g)	虾数(尾)	平均体长 (cm)	平均体重 (g)						
1	4	7.55±0.38	5.34	36	7.88±0.48	6.15	72	4.37	15.17	80	3.66	10.41
	11	7.45±0.34	5.14	44	7.67±0.34	5.43	88	2.95	5.64			
2	5	7.47±0.48	5.34	37	7.91±0.51	6.16	74	5.89	15.36	75	4.90	12.88
	6	7.43±0.48	5.10	38	7.72±0.46	5.63	76	3.90	10.39			
3	3	7.36±0.38	5.20	42	7.73±0.38	5.81	84	5.03	11.73	84	5.36	11.33
	9	7.40±0.46	5.40	42	7.82±0.40	5.99	84	5.68	10.93			
4	1	7.49±0.46	5.42	41	7.76±0.53	5.80	82	3.61	7.01	78	4.47	11.86
	10	7.33±0.45	5.03	37	7.72±0.39	5.87	74	5.32	16.70			
5	8	7.44±0.47	5.19	39	7.81±0.42	5.99	78	4.97	15.41	83	4.36	13.09
	12	7.49±0.47	5.29	44	7.77±0.50	5.86	88	3.74	10.77			
6	2	7.48±0.43	5.34	47	7.90±0.43	6.12	92	5.61	14.61	87	5.73	14.83
	7	7.35±0.39	5.12	41	7.78±0.40	5.89	82	5.85	15.04			

表 3 实验结束后对虾体内锌的含量
Tab. 3 Contents of zinc in the prawn after the rearing experiment

箱号	项目		饲料中加锌量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	整体 虾 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	虾肝胰脏 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	虾 肉 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
	含量					
1			0	50.44	132.66	58.89
2			50	55.00	166.07	70.20
3			100	46.38	164.64	48.89
4			200	51.56	140.14	72.17
5			400	42.94	137.07	64.14
6			800	89.47	170.92	54.46

两个箱,以抽签方式确定投喂何种饵料。整个实验期间,每天早、中、晚各投饵一次。每天早上投饵之前,虹吸法清除箱底的残饵和对虾排泄物。实验期间水温为 22—26℃,pH 为 8.1—8.3。养殖时间为 21d。

2. 实验饵料组分和加工 实验所用的配合饵料基本成分如表 1。微量元素锌以 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的形式加入,其添加量分别为 0, 50, 100, 200, 400, 800ppm。先将 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶解于少量水中,与其它原料充分混匀后,用小绞肉机成型为颗粒状,日光下晒干,晒干后的饵料在海水中可保持 4h 左右不溃散。

3. 元素测定 饵料和生物样品,在 105℃ 下烘干至恒重,用玻璃研钵捣碎,硝酸—硫酸湿法消化,用 WFD-Y₂ 型原子吸收分光光度计(北京第二光学仪器厂出品)测定其中的锌。

4. 羧肽酶 A 的测定 取虾肝胰脏,称重后加入适量经冰浴冷却过的蒸馏水,用玻璃匀浆器匀浆,在 0℃ 条件下,17300×g 离心 20min,去掉脂肪层,上清液即为粗酶液。然后按 E. J. Devillez 法^[1]测其酶活性,用印三酮法^[2]测定酶液中的蛋白质,求得羧肽酶 A 的比活性。

二、结果与讨论

表 2 为实验期间对虾的生长情况。表 3 为实验结束后整体虾及其肝胰脏和肌肉中金属元素锌的含量。

表 2 的数据看出,与对照组 1 号饵相比,实验组对虾的平均增长增重,似乎稍好于对照组,但方差分析表明,实验组和对照组,以及实验组之间都没有明显差异,各组对虾的成活率也没有明显差别。

表 3 的结果表明,向饵料中逐级添加锌直至每 kg 饵料加到 800μg 时,用含锌量不同的饵料饲喂的对虾,无论是整体,还是其肝胰脏或肌肉中,锌的含量都没有明显的增加。我们曾做过饵料中的铜对对虾影响的研究,当饵料中的铜增加到 53ppm 时,对虾整体、肌肉,特别是肝胰脏中铜的含量明显增加¹⁾,这说明对虾对锌的积

累能力远不如对铜的积累。我们在进行对虾对海水中锌的积累实验中,发现对虾对海水中锌的积累能力也不高。

人们早就发现,锌是羧肽酶 A 的组成成分。Yoshinaka 等人(1984)利用鲶鱼进行羧肽酶 A 的动力学研究,证实锌对维持该酶的活性是必需的。当此酶被 EDTA 失活后,添加锌可恢复其活性。为了解饵料中不同含量的锌对羧肽酶 A 活性的影响,在该实验结束时,我们对各组对虾肝胰脏中羧肽酶 A 的活性进行了测定,结果列于表 4。表中看出,饵料中锌含量的不同,其喂养对虾肝胰脏中羧肽酶 A 的比活性没有明显的差异,即饵料中锌含量增加,羧肽酶 A 的比活性并不随着增高,尽管锌是该酶的不可缺少的组成成分。这可能是由于海水中或饵料的基本原料中所含的锌,已足以满足羧肽酶 A 的需要,再添加额外的锌对该酶已不起什么作用。

表 4 实验结束时对虾肝胰脏中羧肽酶 A 的比活性
Tab. 4 Specific activities of carboxypeptidase A in prawn hepatopancreas after the rearing experiment

项目 饵料号	OD 值 (570nm)	蛋白含量 (mg/mL)	羧肽酶 A 的 比活性
1	0.205	0.935	0.219
2	0.228	1.100	0.207
3	0.250	0.820	0.305
4	0.193	1.320	0.146
5	0.212	0.915	0.232
6	0.188	1.015	0.185

上述的实验结果说明,在本实验条件下,向饵料中添加锌,对对虾的生长似乎有点促进作用,但不显著,这可能是由于基本饵料原料中,或海水中的锌已能满足对虾对锌的需求。而饵料中添加锌后,直到添加 800ppm,对虾的生长也没有受到有害的影响,锌也没在对虾体内发生明显的蓄积。肝胰脏中羧肽酶 A 的比活性既没有明显的增加,也没有显著的降低。这说明

1) 刘发义等,饵料中的铜对东方对虾的影响(待刊)。

饵料中的锌,即使加到 800ppm,对对虾也不会产生明显的毒性,因此,我们认为利用上述的原料生产配合饵料时,其中可以不加锌,或仅加少量的锌,但即使其中含锌量较高,也没有什么危害。

参 考 文 献

- [1] 邵懋昭, 1988. 生物无机化学. 农业出版社, 第 288 页。
- [2] 北京大学生物系生物化学教研室编, 1979. 生物化学实验指导. 人民教育出版社, 第 61—62 页。
- [3] Devillez, E. J., 1965. Isolation of the proteolytic digestive enzymes from the gastric juice of the crayfish *Orconectes Virilis* (Hagen). *Comp. Biochem. Physiol.*, 14: 577—586.
- [4] Ketola, H. G., 1978. Dietary zinc prevents cataract in trout. *Fed. Proc.*, 37: 584.
- [5] Ketola, H. G., 1979. Influence of dietary zinc on cataracts in rainbow trout (*salmo gairdneri*). *J. Nutr.*, 109: 965—969.
- [6] Oqino, C., and C-Y. Yang, 1978. Requirement of rainbow trout for dietary zinc. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 44: 1015—1018.

EFFECTS OF DIETARY ZINC ON THE PRAWN, *PENAEUS ORIENTALIS*

Liang Dehai, Liu Fayi, Sun Feng and Lan Xin

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao)

Key Words: Diets, Zinc, Prawn, Carboxypeptidase A

Abstract

Effects of dietary zinc on prawn, *Penaeus Orientalis*, were investigated by feeding them with diets containing peanut cake, fish meal, corn meal, sweat potato meal, wheat bran and graded levels of zinc. The results of the present study showed that no significant difference of the growth and the survival of the animals were found between the group with supplement diet of graded level of zinc and the groups without supplement of the trace element. No significant accumulation of zinc was found in the prawn and their muscle and hepatopancreas, and specific activity of carboxypeptidase A in the hepatopancreas was not affected by the supplementing zinc. It is demonstrated that supplement of zinc to the diets is not necessary because the zinc content in the raw materials of the diets is enough for the prawn. However higher level of zinc in the diet may not produce toxicity to the animal.