

中国对虾对 Co 需要量的研究*

梁德海 刘发义 孙 凤 李荷芳 兰 信

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

Co 是动物营养必需的微量元素,它是维生素 B₁₂ 的构成成分,还能以辅酶的形式影响酶的活性,参与许多生化反应。畜禽缺 Co 主要表现为食欲不良、精神萎顿、幼畜生长停滞、成畜消瘦。Co 对于鱼类是必需的也已被证实。据 Shabalina^[3] 报道,用虹鳟稚鱼进行试验,平均每尾投以 0.5mg 的 Co,结果试验鱼的生长比对照组快;用 2 龄鱼低 Co 饲料喂养的虹鳟,其生长状态劣于添加 Co 的鱼,且试验鱼含脂量下降,脂的熔点变低。苏联 70 年代曾在放养闪光鲟仔鱼的试验池内施用氯化钴 (10kg/ha);发现能加快鱼的生长速度,提高其抵抗力。有关对虾对 Co 需要量的研究,国外报道很少,国内未见报道。我们通过向饵料中添加不同量的 Co,研究了其对中国对虾的影响,现将结果报告如下。

I. 材料和方法

I. 1. 实验用虾

实验虾于 1987 年 7 月上旬取自中国科学院海洋研究所青岛生物试验站,对虾体长 3.1~4.5cm,体重 0.6~0.76g。

I. 2. 实验饵料配制

配合饵料的基本成分如表 1。饵料中的 Co 以 CoCl₂·6H₂O 的形式加入,其添加量分别为 0, 25, 50, 75, 150 和 300mg/kg,先将 CoCl₂·6H₂O 溶于少量水中,与其它原料充分混匀后,用小型绞肉机成形为 ϕ 2.5mm 的颗粒,日光下晒干,装入塑料袋扎紧备用。

I. 3. 饲养实验

实验虾经过几天暂养后,随机分组,放养于圆形玻璃钢桶内,桶内盛海水 0.2m³,每桶放虾 25 尾,共分 6 组,每组两桶平行。养殖期间连续通气,常流水;每天早、中、晚各投饵一次,早上投饵之前清除桶底的残饵和对虾排泄物。实验自 7 月 10 日开始,8 月 10 日结束,共饲养 31d。海水温度为 22.8~26.2℃,pH 为

表 1 实验饵料的基本成份

原料名称	含量(%)
鱼粉	30
花生饼	45
玉米面	13
麸皮	8
混合无机盐 ¹⁾	2
海带粉 ²⁾	2

1) 混合无机盐组成: CoCO₃ 70%, KH₂PO₄ 10%, NaH₂PO₄·2H₂O 10%, MnSO₄·4H₂O 4%, ZnSO₄·7H₂O 2.4%, Al₂(SO₄)₃ 1.6%, KI 0.2%, CuSO₄·5H₂O 0.9%;

2) 海带粉作为粘合剂。

8.00~8.02。

I. 4. Co 的测定

样品用硝酸-硫酸湿法消化,定溶后用 PE 373 型石墨炉原子吸收分光光度计测定其中的 Co。

I. 5. 羧肽酶 A 活性的测定

取对虾肝胰脏,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,上清液即为粗酶液,然后按文献[4]的方法测定其酶活性,用茆三酮法^[1]测定酶液中的蛋白质,求得羧肽酶 A 的比活性。

II. 结果与讨论

II. 1. 对生长的影响

31d 的饲养结果列于表 2。从表中看出,3 号和 4 号饵,即添加 50 和 75mg/kg Co 的饵料所饲喂的对虾,体长和体重增长率最高,这两组中,又以 3 号更好。在养殖过程中,观察到这两组虾体健康。饵料添加 Co

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1795 号。

的量低于 50mg/kg 或高于 75mg/kg 时, 对虾的生长率都较低。6 组对虾的生长率呈很好的规律性变化, 即在饵料中 Co 含量低时, 随其 Co 含量的增加, 生长率增加, 饵料中添加 50mg/kg 时, 生长率最高, 当饵料中 Co 含量进一步增加时, 生长率又逐步降低。这些结果说明, 当饵料中 Co 含量低时, Co 含量增加会促进对虾的生长, 但当 Co 含量超过一定值时, 则会对对虾产

生毒性, 抑制其生长。各组对虾的成活率虽也有差别, 但经方差分析, 并无显著差异, 变化也无规律, 这种差异乃是随机误差引起的。上述结果可以说明, 本实验所用的配合饵料, 即以鱼粉、花生饼、玉米面、麸皮为基本原料的饵料中, 添加适量的 Co, 对中国对虾的生长是有益的, 这也说明 Co 是中国对虾所必需的微量元素。

表 2 实验对虾饲育结果

饵料编号	水族箱编号	成活率 (%)	体长增长率 (%)	体重增长率 (%)	平均成活率 (%)	平均体长①增长率 (%)	平均体重增长率 (%)
1	2	56	29.8	120.8	66	29.5	121.0
	5	76	29.2	121.1			
2	1	64	32.8	134.3	68	33.2	142.2
	6	72	33.7	150.0			
3	4	68	39.0	170.2	72	38.1	157.8
	10	76	37.2	145.5			
4	7	56	34.6	127.5	64	37.1	148.8
	11	72	39.6	170.0			
5	3	84	35.5	169.2	84	35.0	147.8
	8	84	34.5	126.4			
6	9	88	30.0	107.9	74	30.2	111.2
	12	60	30.5	114.5			

① 2,3,5 组的平均体长增长率与对照组(1 号饵)的增长率分别经单侧 t-检验, $P < 0.1$ 。

1. 2. 对虾各组织中 Co 的含量

对虾各组织中 Co 的测定结果如表 3 所示, 其中肝胰脏中的含量, 是该组织匀浆经 $16\,000 \times g$ 离心后所得沉淀中 Co 的量, 除以肝胰脏整体重量所得的数据。遗憾的是, 上清液部分由于某种原因而丢失了, 未能测得其中的 Co, 因此肝胰脏中 Co 的实际含量要高于表中所列数据。由表 3 可见, 对虾摄食补充 Co 的配

表 3 实验结束后对虾组织中 Co 的含量(湿重)

饵料编号	饵料中加 Co 量 (mg/kg)	肝胰脏① (mg/kg)	肠 (mg/kg)	肉 (mg/kg)	壳 (mg/kg)
1	0	0.42	1.17	0.078	0.38
2	25	0.18	1.67	0.064	0.45
3	50	0.63	2.05	—	1.24
4	75	0.74	3.14	0.133	2.05
5	150	0.89	3.97	0.074	1.27
6	300	1.16	7.75	0.109	2.08

① 肝胰脏匀浆经 $16\,000 \times g$ 离心, 因上清液遗失, 此数据仅为沉淀中的 Co 的含量占总肝胰脏重量的比值。

合饵料后, 对 Co 有一定的积累能力。饵料中 Co 含量高者, 其喂养的对虾肠、肉、壳和肝胰脏中 Co 的含量通常也高。而 Co 在不同组织中的含量, 肠 > 壳 > 肌肉, 对于肝胰脏, 由于我们未能测出其全部的 Co, 因而难以与其它组织进行比较。尽管对虾各组织对 Co 具有一定的积累能力, 但其积累的量并不太高, 即使是用添加 300mg/kg Co 的饵料喂养的虾, 其肌肉中 Co 的含量仅只有正常情况下生长的虾肌肉中 Co 含量的 1/16, 与锌的含量处于同一数量级上^[2]。

II. 3. 羧肽酶 A 的活性

表 4 是实验对虾肝胰脏中羧肽酶 A 比活性的测定结果。数据表明, 随饵料中 Co 含量的增加, 羧肽酶 A 的活性先是增加, 到第 4 组, 即饵料中添加 75 mg/kg Co 时, 其活性最高, 添加 50mg/kg Co 的组次之。当添加 Co 超过 75mg/kg 时, 活性又开始下降, 添加的 Co 达到 300mg/kg 时, 该酶的活性比对照组还要低。这些结果与前述 Co 对生长的作用相吻合, 即酶活性高的对虾, 其生长速度较快。羧肽酶 A 的作用主要是水解由各种中性氨基酸残基组成的羧基末端肽键, 使

蛋白质或多肽水解为氨基酸而被生物吸收利用。羧肽酶 A 是一种含锌酶,有资料表明,Co(II) 能代替其中的 Zn(II),并使其活性大约增加一倍^[9]。前面谈到,实验虾各组织包括肝胰脏中,Co 的含量随着饵料中 Co 含量的增加而增加,可能是由于肝胰脏中 Co 含量的增加,把羧肽酶 A 中的 Zn(II) 不断取代出来,而使

表 4 肝胰脏中羧肽酶 A 的比活性

饵料编号	水族箱编号	羧肽酶 A 比活性	
			平均值
1	2	2.68	2.66
	5	2.64	
2	1	2.85	2.81
	6	2.76	
3	4	2.99	3.03
	10	3.06	
4	7	3.46	3.43
	11	3.39	
5	3	2.74	2.76
	8	2.78	
6	9	2.51	2.47
	12	2.42	

该酶的活性不断升高,但当肝胰脏中 Co 含量过高时,多余的 Co 则可能对该酶起到抑制作用,又使其活性降低。

III. 结论

根据本实验的结果,可以得出如下结论:

III. 1. Co 是对虾生长所必需的微量元素,饵料中添加 Co,可以促进对虾的生长。

III. 2. 在以鱼粉、花生饼、玉米面和麸皮为基本成分的配合饵料中,添加 50~75mg/kg Co 比较合适。

参考文献

- [1] 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。
- [2] 刘发义、吴玉霖等, 1988. 铜在中国对虾体内的积累和致毒效应. 海洋与湖沼 19(2): 134~139。
- [3] 桥本芳郎著, 蔡完其译, 1982. 养鱼饲料学. 农业出版社, 第 217 页。
- [4] Devillez, E.J., 1965. Isolation of the Proteolytic digestive enzymes from the gastric juice of the Crayfish *Orconectes virilis* (Hager). *Comp. Biochem. Physiol.* 14:577-586.
- [5] Bertini, I. and Luchinat, C., 1984. High spin Cobalt (II) as a probe for the investigation of metalloproteins, In: *Advances in inorganic biochemistry* 6, ed. by G. L. Eichhorn and L. C. Marzilli, ELSEVIER. New York, p. 94.