

文章编号: 0529-6579 (2000) S-0127-05

海水中铬和镉对中国对虾体内氨基酸含量的影响^{*}

王安利, 王维娜, 王建平, 魏渲辉

(河北大学生物学系, 保定 071002)

摘 要: 研究了水环境中铬和镉对中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 体内氨基酸含量的影响. 实验结果表明: 铬和镉能使虾肌肉组织非必需氨基酸、鲜味氨基酸及氨基酸总含量升高, 当海水中外加 Cd^{2+} 浓度为 $2 \mu\text{g/L}$ 时, 虾体内氨基酸含量呈现峰值. 铬和镉都能提高中国对虾肌肉中苯丙氨酸、脯氨酸和甘氨酸含量, 但镉比铬作用更强.

关键词: 中国对虾 (*Penaeus chinensis*); 铬; 镉; 氨基酸

中图分类号: S968.22 **文献标识码:** A

对虾可以从海水中吸收微量的铬和镉. 铬是动物和人体的必需元素, 是机体内葡萄糖利用的一种必需成分. 3 价铬协助胰岛素发挥生物作用, 对糖和脂肪代谢是不可缺少的. 铬也是人体内分泌腺的组成成分之一. 铬缺乏将导致糖、脂肪或蛋白代谢系统的紊乱. 铬过量可影响机体的氧化-还原和水解过程并与核酸、核蛋白结合干扰酶系统而引起中毒^[1]. 镉对动物是有毒的, 当它进入细胞后可能会进行不正确的结合而造成直接中毒或潜在的中毒, 也可表现出类似正常的生物效应. 如镉和铜一样是二价离子, 在动物体内可能和铜一样有相同的作用位点. 有研究表明低浓度的镉可以刺激中华哲水蚤体内氨基酸含量的增加^[2]. 本文旨在探明改变海水中铬和镉的浓度在短时间 (5 d) 内是否能提高中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 体内的氨基酸含量.

1 材料与方法

1.1 对虾样品的采集

中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 于 1996 年 8 月采自北海乐亭县的京唐港养虾场. 从中选出活泼健壮运动力强且体长平均为 $(10.2 \pm 0.5) \text{ cm}$ 的个体 200 只, 放于 10 个水簇箱内暂养 3 d.

1.2 金属离子实验液及实验海水的制备

实验前, 将分析纯 Cr_2O_3 和 CdSO_4 配制成 $100 \mu\text{g/mL}$ 的储备液, 实验时稀释成各种不同 Cr^{3+} 和 Cd^{2+} 浓度的海水, 养殖海水一律先经干净的海砂沉淀过滤, 再用 $0.45 \mu\text{m}$ 的微

* 基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (394044)

收稿日期: 1999-09-15

孔滤膜过滤.

1.3 实验安排及氨基酸分析处理

- (1) 将暂养后的中国对虾置于不同浓度的外加铬和镉离子的海水中（外加 Cr^{3+} 浓度分别为 10, 20, 40, 60, 80, 120, 140, 160, 180, 200 $\mu\text{g/L}$, 外加 Cd^{2+} 浓度分别为 0, 2, 4, 6, 10, 120, 160, 180, 200 $\mu\text{g/L}$ ），每箱 20 只，饲养 5 d.
- (2) 氨基酸分析的前处理，取实验对虾肌肉，于 60 $^{\circ}\text{C}$ 恒温下干燥 10 h，然后置于真空干燥器中，真空干燥 5~8 h 至恒量，在分析天平上称量，加入 6 mol/L HCl 和适量巯基乙酸，于 160 $^{\circ}\text{C}$ 恒温硝化 24 h.
- (3) 氨基酸分析. 上柱前将硝化液水洗蒸干，加入缓冲液至一定体积，以茚三酮为显色剂，在日立 835-50 型氨基酸自动分析仪上进行分析.

2 结 果

2.1 海水中的铬对中国对虾肌肉氨基酸含量的影响

中国对虾在含不同铬离子浓度的海水中生活 5 d 后，其肌肉氨基酸质量分数见表 1.

表 1 海水中不同铬离子浓度对中国对虾肌肉氨基酸质量分数的影响¹⁾ %

$m(\text{Cr}^{3+})/(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	10	20	40	60	80	120	140	160	180	200
苏氨酸	94	98	96	94	95	100	93	94	97	94
缬氨酸	107	99	103	98	119	99	99	100	101	100
蛋氨酸	61	92	52	94	36	92	87	75	108	96
异亮氨酸	100	101	101	98	103	96	97	102	101	103
亮氨酸	98	102	100	99	103	100	100	100	103	101
苯丙氨酸	104	102	109	101	105	105	104	103	105	103
赖氨酸	103	103	101	102	100	100	99	99	105	101
组氨酸	96	93	87	95	96	100	90	94	95	96
精氨酸	97	98	92	93	93	93	97	96	97	97
天门冬氨酸	96	98	96	95	97	95	96	96	100	100
丝氨酸	93	98	94	94	93	104	96	93	100	95
甘氨酸	103	136	107	129	120	124	127	118	123	113
谷氨酸	105	106	104	103	94	108	95	102	105	107
丙氨酸	104	106	106	102	105	106	102	110	110	103
酪氨酸	92	93	98	93	96	109	95	96	94	94
脯氨酸	137	105	147	100	102	71	115	120	123	137
必需氨基酸	99	100	97	97	99	98	98	98	101	99
非必需氨基酸	103	107	104	103	99	105	101	104	106	106
鲜味氨基酸	101	107	100	102	89	104	100	102	106	104
氨基酸总和	101	104	101	100	99	102	100	101	104	103
牛磺酸	87	112	87	98	88	110	93	105	110	88

1) 对照组的质量分数为 100 %

由表 1 可以看出, 随着 Cr^{3+} 浓度的升高, 必需氨基酸总量下降, 而非必需氨基酸、鲜味氨

基酸、氨基酸总量略有上升,并维持在一定水平.实验组与对照组相比,苯丙氨酸提高1%~9%,脯氨酸提高0%~47%,甘氨酸提高3%~36%.

2.2 海水中的镉以中国对虾肌肉氨基酸含量的影响

中国对虾在含不同浓度的海水中生活5 d后,其肌肉氨基酸质量分数见表2.

表2 海水中不同镉离子浓度对中国对虾肌肉氨基酸质量分数的影响¹⁾ %

$m(\text{Cd}^{2+})/(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	2	4	6	8	10	120	160	180	200
苏氨酸	102	92	89	89	93	90	88	92	89
缬氨酸	96	93	93	90	94	92	90	88	100
蛋氨酸	25	67	118	131	115	107	104	92	67
异亮氨酸	101	97	99	97	98	94	93	94	101
亮氨酸	100	100	98	93	97	96	94	94	97
苯丙氨酸	110	118	106	104	109	108	107	104	108
赖氨酸	96	93	93	92	95	95	91	91	93
组氨酸	101	94	92	90	104	94	88	98	95
精氨酸	97	100	95	93	102	96	96	95	94
天门冬氨酸	100	97	96	93	98	95	93	95	95
丝氨酸	106	95	92	92	100	96	95	104	94
甘氨酸	124	127	123	119	136	139	153	121	133
谷氨酸	103	89	88	93	98	95	89	95	87
丙氨酸	101	103	100	102	101	98	100	100	97
酪氨酸	109	126	105	89	102	96	100	103	100
脯氨酸	156	138	151	117	160	115	147	146	133
必需氨基酸	97	98	97	95	99	95	94	94	96
非必需氨基酸	107	101	99	98	103	99	102	102	100
鲜味氨基酸	103	98	96	97	103	100	99	98	96
氨基酸总和	103	100	98	96	101	97	98	98	97
牛磺酸	126	109	87	111	114	111	88	148	117
鸟氨酸	162	54	119	123	158	100	131	165	139

1) 对照组的质量分数为100%

从表2可以看出,随着外加 Cd^{2+} 浓度的增加,中国对虾肌肉中必需氨基酸总量、缬氨酸、亮氨酸、赖氨酸、天门冬氨酸和谷氨酸的质量分数下降.非必需氨基酸、鲜味氨基酸、氨基酸总量以及苏氨酸、异亮氨酸、丝氨酸和谷氨酸的质量分数在外加 Cd^{2+} 浓度为 $2\mu\text{g/L}$ 时最高,而 Cd^{2+} 浓度进一步提高时则下降,而蛋氨酸则在外加 Cd^{2+} 为 $8\mu\text{g/L}$ 时出现1个峰值.实验组与对照组相比,苯丙氨酸提高4%~18%,脯氨酸提高15%~65%,甘氨酸提高19%~53%.

3 讨论

Cr是动物和人体的微量元素.甲壳动物不积累Cr,并且可以调节其体内组织中Cr的含量^[3],由表1可以看出,随着海水中 Cr^{3+} 浓度的增加,中国对虾肌肉中必需氨基酸和鲜味氨基酸含量呈下降趋势,而非必需氨基酸含量、氨基酸总量以及苯丙氨酸、脯氨酸和甘氨酸含量却明显上升.这种现象可能是因为铬改变了虾体内氨基酸的代谢状况,降解掉部分必需氨

基酸,增强了非必需氨基酸及某些蛋白质的合成.随着外加 Cr^{3+} 浓度达到 $200 \mu\text{g/L}$ 时,氨基酸含量维持在相对稳定的水平.说明机体也会自动调节其体内 Cr 的含量.可见,当海水中的 Cr^{3+} 浓度处于 $2 \sim 200 \mu\text{g/L}$ 的浓围内时中国对虾可以控制吸收和调节组织内 Cr 的含量.据报道,只有当水中的 Cr^{3+} 总浓度达到毫克含量时才会明显干扰动物体内核酸和蛋白质的代谢过程^[4].

Cd 是一种非必需元素,在动物体内不表现任何生理上的作用^[5].对虾几乎不能控制其对 Cd 的吸收,也不能对其体内 Cd 的含量进行调节^[6].因而随着海水中 Cd 浓度的增加,对虾肌肉、鳃和肝胰腺中 Cd 的积累率增加^[7].对虾通过鳃吸收 Cd^[7,8],吸收的 Cd 主要在肝胰腺中积累,少部分存在于肌肉中^[9~11].

当海水中 Cd 浓度为 $2 \mu\text{g/L}$ 时,肌肉中存在的微量 Cd 则表现出明显的刺激非必需氨基酸及蛋白质的合成,但当 Cd 浓度继续增加时其含量均明显下降,有的还低于空白组.随着 Cd 浓度的升高,必需氨基酸含量呈下降趋势.这种现象可能是因为镉和铜离子有相同的作用位点,从而表现出类似的生物效应.林汝榕等^[2]在研究镉对中华哲水蚤含量影响时发现微量的镉($10 \sim 150 \mu\text{g/L}$)可以刺激氨基酸含量的增加,所以低浓度的 Cd 具有刺激作用,改变了体内蛋白质与氨基酸的代谢,因为随着 Cd 浓度的上升,脯氨酸含量呈现上升趋势,然后稍稍下降,并且脯氨酸主要组成对虾体的胶原蛋白^[12],由此可见, Cd 浓度升高会促进蛋白质的合成,过高的 Cd 浓度会抑制蛋白质的合成.蛋白质合成的增加可能是因为低浓度 Cd 刺激了 RNA 聚合酶活性的结果^[13].

镉和铬可以促进蛋白质合成,都能提高中国对虾肌肉苯丙氨酸、脯氨酸和甘氨酸含量,但镉比铬作用更强.

参考文献:

- [1] 廖自基.微量元素的环境化学及生物效应[M].北京:中国环境科学出版社,1992.288~291.
- [2] 林汝榕,李少菁.铜、镉对中华哲水蚤氨基酸含量的实验研究[J].海洋与湖沼,1991,22(3):242~247.
- [3] BRYAN G W. The effects of heavy metals(other than mercury)on marine and estuarine organisms[J]. Proc R Soc Lond, 1971, 177: 389~410.
- [4] BARRON G W, ADEIMAN I R. Nucleic acid protein content, and growth of larval fish sublethally exposed to various toxicants[J]. Can J Fish. Aquat Sci, 1984, 41: 141~150.
- [5] WRIGHE D A. The effect of salinity on cadmium uptake by the tissues of the shore crab, *Carcinus maenas*[J]. J Exp Biol, 1997, 67: 137~46.
- [6] RAINBOW P S. Accumulation of zinc copper and cadmium by crabs and barnacles[J]. Estuar Coast Shelf Science, 1985, 21: 699~689.
- [7] DARMONO D U. ptake of cadmium and nickel in banana prawn(*Penaeus merguensis* de Man)[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 1985, 45: 320~328.
- [8] JENNINGS J R, RAINBOW P S. Studies on the uptake of cadmium by the crab *Carcinus maenas* in the laboratory I. Accumulation from seawater and a food source[J]. Mar Biol, 1979, 50: 131~139.
- [9] NIMMO D W R, LIGHTNER D V, BAHNER L H. Effects of cadmium on the shrimps, *Penaeus duorarum* *Palaemonetes pugio* and *Palaemonetes vulgaris*[A]. In: VERNBERG F J, et al eds. Physiological response of marine biota to pollutants[C]. London: Academic Press, 1997. 131~183.
- [10] WHITE S L, RAINBOW P S. A preliminary study of Cu, Cd and Zn-binding components in the hepatopancreas of *Palaemon elegans*(Crustacea: Decapoda)[J]. Comp Biochem Physiol, 1986, 83(1): 111~116.

- [11] 王维娜, 王安利, 刘存岐. 镉和砷在对虾体内积累途径和消长的研究[A] . 见: 海岸带开发与管理青年文集[C] . 北京: 海洋出版社, 1991. 55~58.
- [12] KIMURA S, TANAKA H. Partial characterization of muscle collagens from prawns and lobster[J] . J Food Sci, 1986, 51: 330~339.
- [13] VALLEE B L, UIMER D D. Biochemical effects of Mercury, cadmium and lead[J] . Ann Rev Biochem, 1972, 41: 103~108.

The Effects of Chromium and Cadmium in the Seawater on Amino Acid Contents in the Body of *Penaeus chinensis*

WANG An-li^{*}, WANG Wei-na, WANG Jian-ping, WEI Xuan-hui

Abstract: The effects of Cr and Cd in the sea water on amino acid contents in the body of *Penaeus chinensis* were studied. Results showed that the Cr and Cd can make various amino acid contents (nonessential amino acids, flavor amino acids and the total amino acids) in the prawn muscular tissues increased, and arrived peak value when Cd concentration of 2 $\mu\text{g/L}$ was added at into the experimental seawater, Phe, Gly and Pro contents increased in all experiments (added Cd, Cr) and Cd is more effective than Cr.

Keywords: *Penaeus chinensis*; chromium; cadmium; amino acids

^{*} Department of Biology, Hebei University, Baoding 071002, China