

3种重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性的影响

任加云, 潘鲁青, 姜令绪

(中国海洋大学 海水养殖教育部重点实验室, 山东 青岛 266003)

摘要:铜、锌、镉3种重金属离子对中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力具有影响。实验结果表明:3种重金属离子各处理组中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力随取样时间的变化显著($P < 0.05$),其影响程度与重金属离子的浓度呈正相关,且一直呈现被抑制状态,而对照组的变化不显著($P > 0.05$),表现出明显的剂量、时间效应关系。同时在重金属离子作用下,鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力在24 h时下降幅度较大,24 h后 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力下降缓慢,而且在同一取样时间各处理组鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力差异显著($P < 0.05$)。3种重金属离子对鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性的毒性大小依次为: $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。

关键词:重金属离子;中华绒螯蟹;鳃丝; $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$

中图分类号:Q554;Q959.223 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)04-0291-05

重金属离子作为养殖水环境中的主要污染物,对水产动物的毒害作用很大,严重影响着养殖动物存活与生长^[1-2]。目前有关重金属离子对中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)毒性效应的研究甚少^[3-4],尤其是对中华绒螯蟹渗透调节的影响尚未见报道。 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 广泛存在于生物细胞中,为 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵活性的主要组成部分,它参与细胞的能量代谢,物质转运等重要生理生化功能,而且它与膜结合的状态可以影响到膜的功能,具有重要的意义。本研究测定了3种重金属离子(Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+})对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性的影响,旨在探讨重金属离子对中华绒螯蟹渗透调节的影响机制,为中华绒螯蟹养殖水环境的污染监测提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所用中华绒螯蟹于2002年5月购自山东省东营市水产繁育开发公司养殖健康个体,体重(40.5 ± 5)g,甲长(3.82 ± 0.25)cm,甲宽(4.22 ± 0.36)cm。采用经充分曝气的自来水暂养8~10 d,水温为18~20℃,pH为8.0,连续充气,日换水1/3~1/2,换水时清除残饵、粪便,并适量投饵(以少量过剩为宜)。

1.2 实验方法

1.2.1 重金属离子梯度设置 经检测实验用水 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 的含量分别为:0.007 1、0.121 0、0.000 2 mg/L。实验重金属离子的种类和来源为: Cu^{2+} ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、 Zn^{2+} ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、 Cd^{2+} ($\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$)。3种重金属离子分别按《中华人民共和国渔业水质标准》($\text{Cu}^{2+} \leq 0.01$ mg/L、 $\text{Zn}^{2+} \leq 0.1$ mg/L、 $\text{Cd}^{2+} \leq 0.005$ mg/L)的10倍、20倍、50倍、100倍设置实验梯度。 Cu^{2+} 的实验梯度为:0.10 mg/L、0.20 mg/L、0.50 mg/L、1.00 mg/L; Zn^{2+} 的梯度为:1.00 mg/L、2.00 mg/L、5.00 mg/L、10.00 mg/L; Cd^{2+} 的梯度为:0.05 mg/L、0.10 mg/L、0.25 mg/L、0.50 mg/L。所有梯度均设置3个平行,并以不加重金属离子组为对照组。

实验在50 cm×40 cm×30 cm的塑料水槽内进行,各平行分别放处于蜕皮间期的健康中华绒螯蟹6只,实验期间的养殖管理与暂养期间完全相同,换水时分别加入相对应重金属离子的养殖用水。实验期间中华绒螯蟹无死亡现象。实验开始后于0、24 h、48 h、72 h、96 h取样,每个平行均取1只中华绒螯蟹,每个梯度取3只,置冰盘内解剖,取全部鳃丝,用预冷重蒸水洗净、滤纸吸干后,置于1.5 mL离心管中。所有样品均保存于-20℃下冰箱内待测。

收稿日期:2004-02-02;修订日期:2004-03-08。

基金项目:山东省科学技术攻关项目(2003-03-06)。

作者简介:任加云(1980-)男,硕士,从事养殖环境毒理学研究。E-mail:phy@ouc.edu.cn

1.2.2 酶液的提取 取中华绒螯蟹鳃丝于10 mL 预冷双蒸水(0~4℃)中,10 000~12 000 r/min 冰浴匀浆5 min,匀浆液在2℃,3 500 r/min 离心40 min,取上清液再离心10 min,所得上清液作为酶液。

1.2.3 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性和蛋白含量测定

酶蛋白含量用 Bradford (1976) 方法^[5]测定, $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的测定主要参考 Whealy (1987) 的方法^[6]。 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性通过测定 K^+ 存在和 K^+ 不存在时(乌本苷存在)底物 ATP- Na_2 释放出无机磷量(IP)的差值来计算,活性单位用 $\mu\text{mol}(\text{IP})/(\text{mgpr} \cdot \text{h})$ 表示。

全酶反应体系:0.1 mL 酶液+0.2 mL A 液(200 mmol/L NaCl;40 mmol/L KCl;12 mmol/L MgCl_2 ;50 mmol/L Tris-HCl pH 7.8); $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力被抑制反应体系:0.1 mL 酶液+0.2 mL B 液(240 mmol/L NaCl;10 mmol/L 乌本苷;12 mmol/L MgCl_2 ;50 mmol/L Tris-HCl pH 7.8)。

将上述2反应体系置于30℃水浴中培养5 min后,分别加入0.1 mL C 液(6 mmol/L ATP- Na_2 ;50 mmol/L Tris-HCl pH 7.8)并继续于30℃水浴中培养30 min后,立即加入0.4 mL 30% 冷三氯乙酸(TCA)终止反应。用钼蓝法测定2反应体系的 P_i 释放量。

1.2.4 数据处理与分析 所得数据为3个平行组数据的平均值±标准差(Means±SD);所有数据分析均采用单因素方差分析(one-factor analysis of variance)和 Duncan 检验法。

2 实验结果

2.1 3种重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的影响

由图1可知,3种重金属离子各处理组中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力分别随取样时间的变化显著($P < 0.05$),其影响程度与重金属离子的浓度呈正相关,且一直呈现被抑制状态;而对照组的变化不显著($P > 0.05$)。 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 各处理组鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力在24 h时下降幅度较大,24 h后 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力下降缓慢,而且在同一取样时间各处理组鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力差异显著($P < 0.05$)。

2.2 3种重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的抑制程度

如图2所示,根据3种重金属离子对中华绒螯

蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的抑制比值与重金属离子浓度的线性关系,根据图中得出的公式可计算出, Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 在48 h对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的半抑制浓度分别为:0.73 mg/L、9.64 mg/L和0.07 mg/L,96 h分别为:0.35 mg/L、2.70 mg/L和0.000 5 mg/L;3种重金属离子对鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的毒性大小依次为: $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。

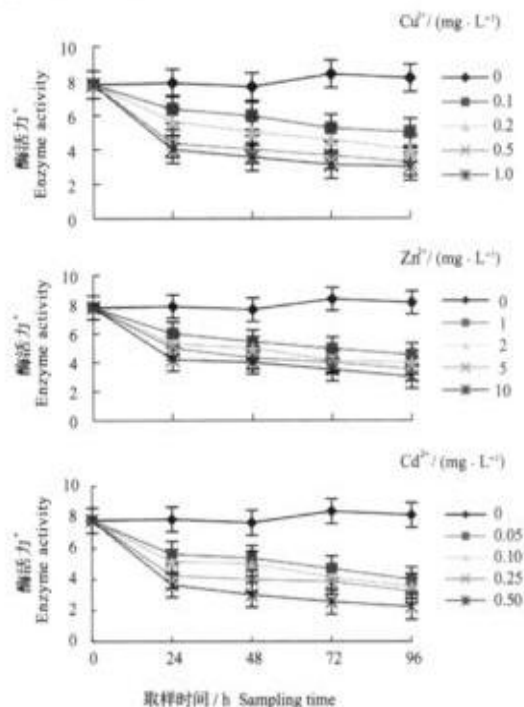


图1 3种重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的影响

* 酶活力单位为 $\mu\text{mol}(\text{IP})/(\text{mg protein} \cdot \text{h})$

Fig.1 Effects of three heavy metals on $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ activity of gill on crab *Eriocheir sinensis*

* The unit of enzyme activity is $\mu\text{mol}(\text{IP})/(\text{mg protein} \cdot \text{h})$

3 讨论

3.1 重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的影响

据贾秀英等^[7]报道鲫鱼(*Carassius auratus*)在1~4 mg/L Cu^{2+} 染毒10 h,鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力被显著性抑制,表现出一定的剂量效应关系;Haya等^[8]将美洲螯龙虾(*Homarus americanus*)暴露于 1.75×10^{-3} mg/L Zn^{2+} 中,发现12 h后鳃丝 ATPase 活力降至41%,96 h后降至25%,具有明显的时间依赖性;Daksna等^[9]研究发现,随着 Cd^{2+} 浓度

升高或者作用时间延长,锯缘青蟹(*Scylla serrata*)鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力被抑制的程度加大。本实验表明, Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 各处理组中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力分别随取样时间的变化显著,其影响程度与3种重金属离子的浓度呈正相关,且一直处于被抑制状态,这与上述研究结果基本一致。由此说明,3种重金属离子对中华绒螯蟹

鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力作用具有明显的时间、剂量效应关系,也显示出重金属离子对鳃丝细胞膜结构的影响和伤害程度。另外有学者报道^[9-10],在重金属离子影响下 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力短时间内具有升高趋势,而本实验结果却没有显示出此规律,这可能与本实验重金属离子浓度较高和种的特殊性有关系。

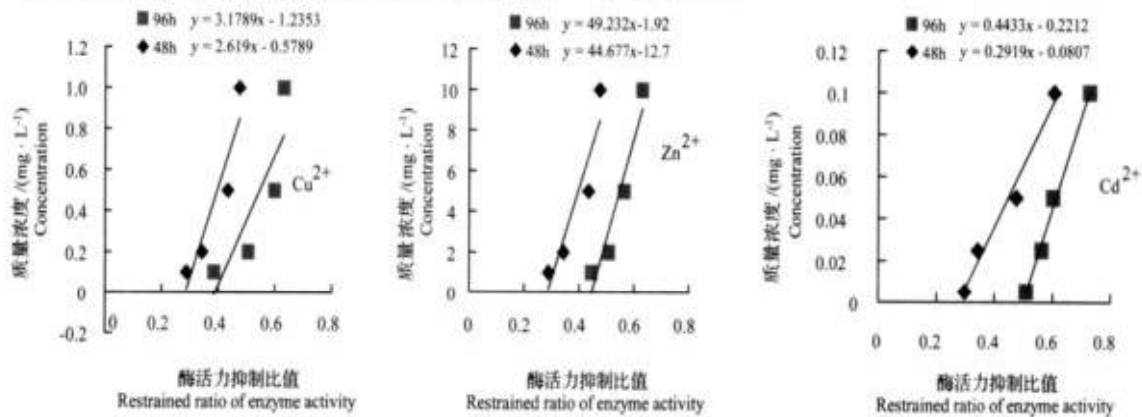


图2 3种重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的抑制程度

Fig.2 Inhibitory action of three heavy metal ions on $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ activity on gill filament of crab *Eriocheir sinensis*

Verma 等^[11]指出,重金属离子为水环境中的一种重要的抑制剂,它可以通过许多种途径与生物酶蛋白活性和去活性位点结合,从而改变酶的活性;卢敬让等^[3]研究发现,在质量浓度为 6.25 ~ 25.0 mg/L 的 Cd^{2+} 作用下,中华绒螯蟹鳃上皮细胞顶膜微绒毛和底膜内折消失,线粒体解体直至消失。这说明 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的改变有生理生化效应,但也与微绒毛的形态变化,线粒体的损伤有关,这可能是一个复杂的过程。作者认为,中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 受抑制的程度不仅与重金属离子浓度和作用时间密切相关,还取决于重金属离子与鳃丝细胞膜 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的作用方式,同时重金属离子也可能导致鳃丝超微结构的变化和损伤,从而引起 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力发生变化,而阻碍鳃组织的能量代谢、离子转运机制和渗透压调节能力。已有许多实验表明, $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 对多种有毒物质敏感,且毒物对 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的抑制具有明显的浓度、时间依赖性。因此,中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 作为养殖水环境中重金属离子的污染监测指标是可行的。

3.2 重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性影响的机制

$\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 是生物重要的功能膜蛋白,能维持细胞内外的离子梯度和膜电位,在整个机体离子调节方面起到核心作用,这对于细胞的渗透调节、物质吸收(葡萄糖、氨基酸等)和跨细胞离子运动都至关重要。许多学者认为重金属离子可以同 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的许多位点结合,或者与膜上其他蛋白、磷脂等成分结合,能改变 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的构象,从而影响其活性,同时 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 与膜上磷脂结合的状态还能影响膜的流动性和通透性等功能^[12-15]。根据 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的作用机理,作者认为重金属离子与中华绒螯蟹鳃丝直接接触,可使鳃上皮细胞 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性中心的构型和低介电区域发生变化,最终影响 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性以及膜的流动性和通透性,导致鳃上皮细胞膜的结构和功能受到损伤,从而影响鳃丝的渗透调节和呼吸等生理功能。

水产动物在环境应激情况下,会引发一系列代谢变化,动员机体的代偿适应功能来抵抗和适应各种应激刺激,产生应激适应;若应激反应超过一定强度且机体不能适应时,对鳃丝等组织结构造成伤害,导致应激损伤。依据本实验结果,3种重金属离子各处理组中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的活

性在前24 h的降低幅度较大,然后降低幅度变缓,而且同浓度下3种重金属离子对中华绒螯蟹的伤害程度 $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。这说明在本实验重金属离子浓度范围内,中华绒螯蟹鳃丝 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 产生了应激损伤,而且随作用时间的延长,中华绒螯蟹受伤害程度不断加大。作者认为,24 h后酶活力下降趋慢可能与金属硫蛋白不断结合游离的重金属离子有关,同时评价重金属离子对中华绒螯蟹鳃丝的伤害程度,可以 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力为指标,这主要是因为不同重金属离子对 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活力的影响不仅存在作用位点及膜结构变化的差异,还与鳃丝吸收和累积的不同有关。

参考文献:

- [1] 孔繁翔. 环境生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2000. 68-93.
- [2] 戴习林,臧维玲,杨鸿山,等. Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 对罗氏沼虾幼虾的毒性作用[J]. 上海水产大学学报,2001,10(4):298-302.
- [3] 卢敬让,赖伟. 镉对中华绒螯蟹鳃组织及其亚显微结构的影响[J]. 海洋与湖沼,1991,22(6):566-571.
- [4] 卢敬让,赖伟,堵南山. 镉对中华绒螯蟹肝R-细胞显微结构及血清谷丙转氨酶(SGPT)活力的影响[J]. 青岛海洋大学学报,1989,19(2):61-68.
- [5] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248-254.
- [6] Whealty M G, Hentry R P. Branchial and antennal $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{dependent ATPase}$ and carbonic anhydrase activity during salinity acclimation of the euryhaline crayfish *Pacifastacus leniusculus* [J]. J Exp Biol, 1987, 133:73-86.
- [7] 贾秀英,陈志伟. 铜、镉对鲫鱼组织 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 酶活力的影响[J]. 科技通报,2003,19(1):50-53.
- [8] Haya K, Waiwood B A. Adenylate energy charge and ATPase activity: potential biochemical indicators of sublethal effects caused by pollutants in aquatic animals [J]. Adv Environ Sci Technol, 1983, 13:307-333.
- [9] Dhavale D M, Masurekar V B. Cadmium induced inhibition of $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ activity in tissues of crab *Scylla serrata* [J]. Comp Biochem Physiol, 1979, 62B:417-429.
- [10] McGeer J C, Szebedinszky C, McDonald D G, et al. Wood. Effects of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in rainbow trout. I: Iono-regulatory disturbance and metabolic costs [J]. Aquatic Toxicology, 2000, 5:231-243.
- [11] Verma S R, Jain M, Tonk I P. Vivo effects of mercuric chloride on tissue ATPase of *Notopterus notopterus* [J]. Toxicol Lett, 1983, 16:305-309.
- [12] Chen J C, Nan F H. Effect of ambient ammonia on ammonia-N excretion and ATPase activity of *Penaeus chinensis* [J]. Aquat Toxicol, 1992, 23(2): 1-10.
- [13] 沈同,王镜岩. 生物化学[M]. 北京:高等教育出版社,1990. 293-294.
- [14] Towel D W. Role of $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ in ionic regulation by marine and estuarine animals [J]. Mar Biol Lett, 1981, 2(1): 107-122.
- [15] 袁锦芳,陈叙龙,张毓琪. 环境因素对海洋动物 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 的影响概述[J]. 海洋环境科学. 1999, 18(3):75-79.

更正

本刊在2004年第3期(Vol.11)中刊载的论文《对虾血细胞中一氧化碳合成酶鉴定与分析方法研究》(作者为姜国建、于仁诚、王云峰、颜天、周明江)中图6(p181)与图7(p182)中的纵坐标单位应为($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),特此更正,并向诸位读者与作者表示歉意。

本刊编辑部

Correction

In the article **Studies on the methods of identification and activity assay of inducible nitric oxide synthase in haemocytes of shrimp** (JIANG Guo-jian, YU Ren-cheng, WANG Yun-feng, YAN Tian and ZHOU Ming-jiang) published on No.3 Vol.11 (2004), the units of the ordinates should be ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) in Figs. 6 and 7 (pages 181 and 182). We apologize for the errors.

The editors

Effects of three heavy metal ions on $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in gills of crab *Eriocheir sinensis*

REN Jia-yun, PAN Lu-qing, JIANG Ling-xu

(Key Laboratory of Mariculture, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Up to now, the studies on osmoregulation effects of heavy metal ions on crab *Eriocheir sinensis* were seldom reported. The $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ in cell membranes of most aquatic animals has been found to be the main portion of Na^+-K^+ -pump and has important correlation with metabolize of energy and transport of ions between cells. The increase and decrease of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity may have significant effects on cell membrane. In this experiment, three heavy metal ions were employed as Cu^{2+} (0.10 mg/L, 0.20 mg/L, 0.50 mg/L, 1.00 mg/L), Zn^{2+} (1.00 mg/L, 2.00 mg/L, 5.00 mg/L, 10.00 mg/L), Cd^{2+} (0.05 mg/L, 0.10 mg/L, 0.25 mg/L, 0.50 mg/L). Three replicates were designed for each trial. The crabs are fed in plastic tanks (50 cm $\times$ 40 cm $\times$ 30 cm), and water was changed, in which the metal ion's concentration was maintained at the same level as designed. The sampling time was at 0, 24 h, 48 h, 72 h and 96 h, respectively. The gills were placed in distill water (0–4 $^{\circ}\text{C}$), and the homogenization was conducted in ice bath for 3 min (10 000–12 000 r/min). The homogenate was centrifuged at 3 500 r/min for 40 min. Using the supernatant, the activity of the $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ was measured. The rest gills were kept under -20°C for the following measurement. The results showed that the $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity changed distinctly with the change of metal ion concentration ($P < 0.05$), and there the relationship between $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity and concentrations of heavy metals were in linear correlation. The $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity is restrained by sampling time but changed undistinctly in controls. The $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in each group dropped quickly within 24 h and then slowly. The $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity is significantly different at the same sampling time between different groups. According to the linear correlation between the inhibited ratio of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in gills of *E. sinensis* and the concentration of heavy metal ions, the calculated results showed that the semi-lethal concentrations of Cu^{2+} , Zn^{2+} and Cd^{2+} for $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in gills of *E. sinensis* were 0.73 mg/L, 9.64 mg/L and 0.07 mg/L at 48 h, and 0.35 mg/L, 2.70 mg/L and 0.000 5 mg/L at 96 h. And the toxic degree of the three heavy metal ions on $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in gills were $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$. The changes of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity is not only caused by the response of biochemistry in crab, but also due to the changes of the microvilli in membrane epithelium. The damage of the apoptosis has significant effects on $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity, that makes the change of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity in a complicated way. According to the studies before, there are two ways for the heavy metal ions to change the activity of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$. First, heavy metal ions can combine with the $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ to change its activity, and another important way is that heavy metal ions can change the ultrastructure of cell membrane. Because $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ is a membrane-dependent enzyme, so $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ activity changed. The author believed that the restrained degree of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ in *E. sinensis* is not only related to the concentrations of heavy metals but also determined by the acting ways of heavy metal ions. Meanwhile, heavy metal ions can block the energy metabolize of gills and the function of osmotic regulation. There have been many studies showing that $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ is sensitive to many pollutants, and the restrained degree of $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ is dependent on the concentrations and acting time of pollutants. So the $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$ in gills of *E. sinensis* can be used to evaluate the oxidant of heavy metal ions in environmental water.

Key words: heavy metal ions; *Eriocheir sinensis*; gill; $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$