

## 铜在河南华溪蟹主要组织器官中的积累

张婷 王茜 王兰\* (山西大学生命科学与技术学院, 山西太原 030006)

**摘要** 于2005年3~6月,以暴露方式,研究了铜( $\text{Cu}^{2+}$ )在河南华溪蟹(*Sinopotamon honanense*)肌肉和性腺中的积累与分布情况。4个 $\text{Cu}^{2+}$ 处理组浓度依次为5.12、16.18、51.13和161.56 mg/L。分别于处理后的24、72、120和168 h,取材、消化、测定 $\text{Cu}^{2+}$ 的含量。结果显示,铜在组织器官中的积累具有组织选择性。铜在肌肉中的积累趋势明显。同一时间,铜的积累随着浓度的升高而增加,具有明显的浓度-效应关系。同一浓度,铜的积累基本表现为随着时间的延长先升高后降低;铜在性腺中的积累趋势基本表现为随着暴露时间的延长呈现先升高后下降的趋势。

**关键词** 河南华溪蟹; 积累; 铜

中图分类号 S932.5+2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)24-07492-02

**Accumulation and Distribution of Copper in the Freshwater Crab, *Sinopotamon honanense***

ZHANG Ting et al (College of Biology Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006)

**Abstract** From March to June in 2005, a series of copper concentrations (5.12 mg/L, 16.18 mg/L, 51.13 mg/L and 161.56 mg/L) in gonad of the crab, *Sinopotamon honanense* (Crustacea: Decapoda) were designed to assess its bio-accumulation and distribution and the copper concentrations were determined in body tissues, viz., muscle and of copper. After 24h, 72h, 120h and 168h respectively. The exposed crabs were sampled and the copper concentration in every tissue was determined with atomic absorption spectrophotometry. The results showed that the accumulation of copper in the crab was selective.

**Key words** *Sinopotamon honanense*; Bioaccumulation; Copper

水体作为人类生存和发展的重要环境要素,正在不同程度地遭受着人类各种排放物的污染。重金属作为其中一类污染物质,由于其具有较大的毒性而成为水体污染中危害极大的一种。多年来,人们研究的焦点大多在对生物体有明显毒性作用的非必需金属上<sup>[1-3]</sup>(如汞、镉、铬等),但近年来的研究表明,当环境中的微量元素(也称为痕量元素,如铜、锌等)大大超标之后也会引起严重的污染。由于人类的活动而使环境中重金属浓度逐步上升,它不仅对水生生物构成威胁,而且通过食物链传递作用,最终危害人类的健康。因而有必要进一步研究微量元素对生命活动的影响。

有关研究<sup>[4-6]</sup>表明,淡水蟹因其广泛的分布、狭窄的活动范围及对水体环境变化的敏感性,常被用作反应水环境污染状况的指示生物。该实验以河南华溪蟹(*Sinopotamon honanense*)(以下简称溪蟹)为材料,通过研究铜在其主要组织器官中的积累与分布,为水产品的安全养殖及水环境的生物监测提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 实验动物** 河南华溪蟹购于太原市东安海鲜批发市场,置实验室水族缸(40 cm×20 cm×25 cm)中暂养10 d后进行实验。每隔1 d喂食1次,每天换水1次,换水量为总水量的一半。

**1.2 实验试剂**  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为AR级;浓 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HClO}_4$ 为GR级。

**1.3 动物染毒** 实验采取暴露的方式对实验动物进行染毒。实验前1 d停止喂食,选取健全的且体宽(37±2) mm的个体随机分组。将配置好的硫酸铜母液稀释到所需浓度(5.12、16.18、51.13和161.56 mg/L)。每个染毒缸分别放入20只。

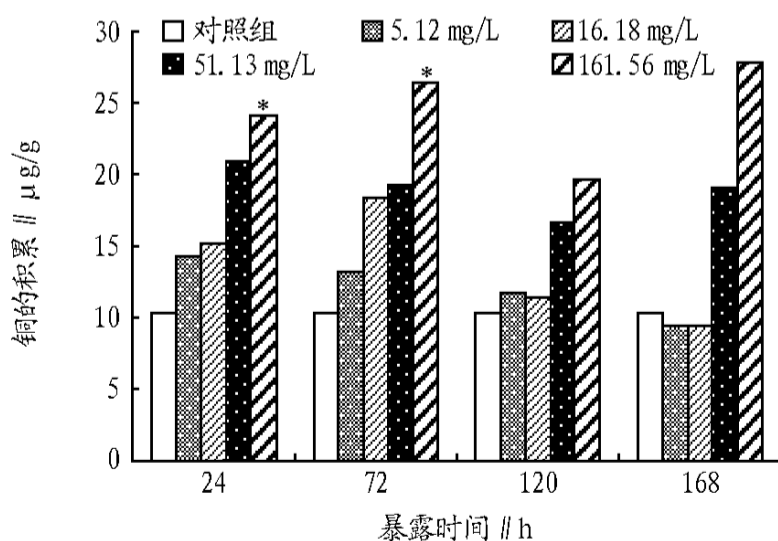
**1.4 铜的测定** 分别在染毒后的24、72、120和168 h,从每缸

中随机选取3只解剖,取肌肉和性腺用硝酸、高氯酸消化处理,原子吸收分光光度计(日本产AA-6300型)测定铜的含量。

**1.5 数据处理** 实验所得数据采用SPSS软件包(11.0版本)处理。

## 2 结果与分析

**2.1 铜在河南华溪蟹肌肉中的积累** 由图1可见,铜在河南华溪蟹肌肉中的积累趋势明显。总体而言,处理组铜的积累均大于对照组的,且在24、72 h最高浓度组(161.56 mg/L)的积累量显著高于对照组。在同一时间内,肌肉中铜的积累量随着浓度的增加而增加,具有明显的浓度-效应关系。在同一浓度中,肌肉中铜的积累量基本表现为随着时间的延长先升高后降低。低浓度组(5.12和16.18 mg/L)铜的积累量在逐渐下降并接近对照组;而高浓度组(51.13和161.56 mg/L)铜的积累虽在120 h有所下降,但随后又略微升高,但与对照组相比无显著性差异。



注: \*  $P > 0.5$ 。下图同。

图1 铜在河南华溪蟹肌肉中的积累

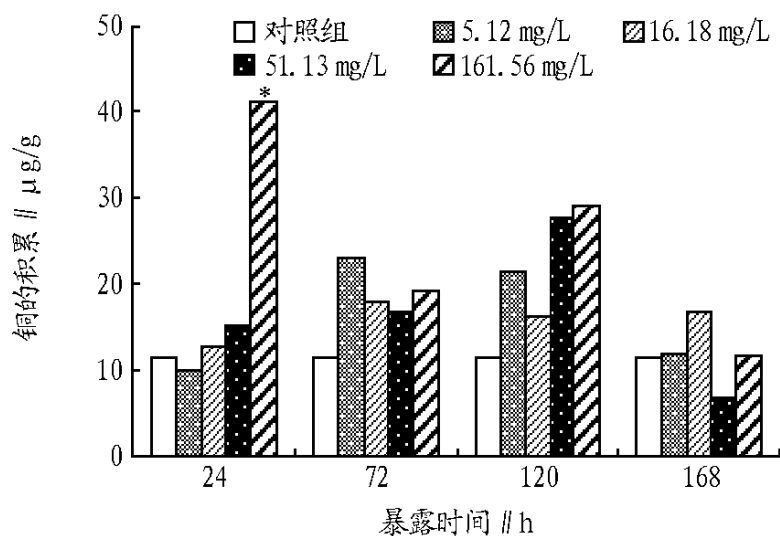
**2.2 铜在河南华溪蟹性腺中的积累** 由图2可知,除168 h之外,铜在河南华溪蟹性腺中的积累均高于对照组。在前3个处理组(5.12、16.18和51.13 mg/L)中,铜在性腺中的积累,基本随着铜暴露时间的延长呈现先升高后降低的趋势。暴露早期(24 h),铜的积累量随着浓度的升高而升高,在最高浓度组(161.56 mg/L)达到最高,与对照组相比差异显著。在

基金项目 国家自然科学基金项目(30570194);山西省自然科学基金项目(20041082)。

作者简介 张婷(1981-),女,山西太原人,硕士研究生,研究方向:动物环境生物学。\* 通讯作者,博士生导师, E-mail:lanwang@sxu.edu.cn。

收稿日期 2007-02-05

161.56 mg/L 浓度处理组,铜积累量伴随铜暴露时间的延长在不断下降。



注: \*  $P < 0.05$ 。

图2 铜在河南华溪蟹性腺的积累

### 3 讨论

关于重金属污染积累的研究报道较多,通过对海洋蟹类 *Macrobrachium malcolmsonii*, *Pseudocarcinus gigas* 和 *Macrobrachium rosenbergii* 的研究发现,铜经过血淋巴时浓度下降,从而使肌肉和性腺的铜积累量减少<sup>[7-12]</sup>。在该实验中,铜在 168 h 积累量接近对照组的结果与此吻合。

随着暴露时间的延长,高浓度组和低浓度组铜在肌肉中的积累变化趋势有所不同。在低浓度处理组(5.12、16.18 mg/L)中,肌肉中铜的积累呈现先增加后降低的趋势。虽然在 72 h、16.18 mg/L 处理组,铜的积累量达到最大值,但随着时间的延长积累量开始下降。说明此时水环境中的铜浓度仍然在机体的耐受范围之内,可以被及时调节。但在高浓度组(51.13、161.56 mg/L)中,铜在肌肉中的积累却随着时间的延长表现为先减少后增加。早期大量铜的积累,激发了机体的生理、生化等防御反应(如逃避行为和应激反应),使得铜积累量有所下降,但过量的铜超出了机体的耐受极限,致使肌肉中铜的浓度再次升高。但升高的量与对照组相比没有显著性差异。

Turoczy 等<sup>[9]</sup>曾对海洋蟹体内的重金属积累情况进行了比较研究,发现蟹肢中肌肉的铜含量最高浓度值可达到 28 μg/g,与笔者的实验中经铜处理后肌肉中铜含量最高的浓度值 27.86 μg/g 相近,说明机体对肌肉中金属的含量能够进行调节,即使是在铜浓度特别高(161.56 mg/L)的情况下。Phillips<sup>[13]</sup>和 Al-Mbhanra 等<sup>[14]</sup>认为,蟹类可对肌肉中的必需元素进行严格的调节。从笔者的实验数据看,溪蟹肌肉组织

受铜胁迫并不严重,说明溪蟹对肌肉中的金属元素有较强的调节能力。

性腺中铜含量没有明显的变化趋势,只是在暴露早期(24 h),最高浓度组(161.56 mg/L)中,铜的积累量随着处理浓度的增高而增加。说明短时间内性腺中铜的积累是以剂量—效应关系增加的。但随着时间的延长,各种生理防御反应被激活,多余的铜离子由血淋巴通过触角腺和鳃被排出体外<sup>[15]</sup>从而减少了对性腺的影响。另外,高浓度组(51.13、161.56 mg/L)的溪蟹,借助于逃避行为,可以减少在铜溶液中的暴露,进而减少铜的积累。

### 参考文献

- [1] 王兰,王定星,王茜,等.铜对长江华溪蟹肝胰腺细胞超微结构的影响[J].解剖学报,2003,5(34):522-526.
- [2] 王兰,孙海峰.铜对长江华溪蟹心肌细胞超微结构的影响[J].水生生物学报,2003,26(1):8-13.
- [3] 王茜,王兰,席玉英,等.铜对长江华溪蟹的急性毒性与积累[J].山西大学学报:自然科学版,2003,26(2):176-178.
- [4] 祝丽萍,邵晓阳,章丽芳.环境因子对双清溪浙江华溪蟹种群变动的影响[J].杭州师范学院学报:自然科学版,2005,4(2):124-128.
- [5] 孙平跃,王斌.Zn、Cu和Pb在无齿相手蟹体内的积累和分布[J].海洋环境科学,2003,22(1):43-47.
- [6] 李丽娜,陈振楼,许世远,等.非生物因子对底栖动物无齿相手蟹重金属富集量的影响[J].矿物岩石,2005,25(1):109-112.
- [7] CAMSL, DAMES P E, SHCERJI, et al. Temperature-dependent physiological response of *Carinus naenas* exposed to copper[J]. *Marine Environmental Research*, 2004(58):781-785.
- [8] VIJAYRAM K, GERALDINE P. Regulation of essential heavy metals (Cu, Cr, and Zn) by the freshwater prawn *Macrobrachium malcolmsonii*[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1996, 56:335-342.
- [9] TUROCY NICHOLAS J, MITCHELL BRADLEY D, LEVINGS ANDREW H, et al. Cadmium, Copper, mercury, and zinc concentrations in tissues of the King Crab (*Pseudocarcinus gigas*) from southeast Australian waters[J]. *Environment International*, 2001, 27:327-334.
- [10] REDDY RAMESWARA, PILLIA BINDUR, ADHIKARI SUBHENDU. Bioaccumulation of copper in post-larvae and juveniles of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) exposed to sublethal levels of copper sulfate[J]. *Aquaculture*, 2006, 252:356-360.
- [11] RIAL A, NONNOTTE L, TRUCHOT J P. Detoxification of exogenous copper by binding to hemolymph proteins in the shore crab *Carinus naenas*[J]. *Aquatic Toxicology*, 1996, 36:239-252.
- [12] RAINBOW P S. Ecophysiology of trace metal uptake in crustaceans[J]. *Estuarine Coastal Shelf Sci*, 1997, 44:169-175.
- [13] PHILLIPS DJ H. Quantitative aquatic biological indicators: Their use to monitor trace metals and organochlorine pollution[M]. London: Applied Publishers Ltd, 1980:488.
- [14] AL MOHANNAS Y, SUBRAHMANYAM M N V. Flux of heavy metal accumulation in various organs of the intertidal marine blue crab *Portunus pelagicus* (L) from the Kuwait coast after the Gulf War[J]. *Environment International*, 2001, 27:321-326.
- [15] ARUMUGIAM M, RAVINDRANATH M H. Copper toxicity in the crab *Scylla serrata*. Cu levels in tissues and regulation after exposure to a Cu rich medium[J]. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1987, 39:708-715.