

223-224

树脂 半透膜囊 鱼体 有效态铜 吸收

第18卷第2期  
1998年3月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 18, No. 2  
Mar., 1998

## 树脂-半透膜囊与鱼体对有效态铜吸收的比较研究\*

陶澍 梁涛 刘晓航 狄雯华

(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

COMPARISON OF FREE COPPER UPTAKE  
BY FISH AND DIALYSIS MEMBRANE

X503.225

Tao Shu Liang Tao Liu Xiaohang Di Wenhua

(Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing, 100871, China)

对金属形态及其与生态毒性关系的研究,特别是关于迁移活性和生物有效性较强的游离态金属的研究,在微量金属环境生物地球化学研究中占有重要地位。迄今为止,研究者提出了许多直接测定水样中金属形态的分析方法。除各种对一次性样品进行测定的方法之外,根据游离态金属离子可以选择性地通过半透膜的原理,有可能利用充填阳离子交换树脂的半透膜囊模拟生物过程,选择性地吸收并测定水环境中的游离态金属含量<sup>[1]</sup>。与一次性采样分析相比,后者所获结果反映了某一期间有效态金属含量的平均水平。利用半透膜囊的另一优点是在野外对特定水体进行实地长期监测。

本项研究的前期工作在实验室条件下研究了各种条件(包括树脂类型、半透膜孔径、常量离子、温度、及配位体)对半透膜吸收的影响。研究表明,充填树脂的半透膜囊可以选择性地吸附水中微量游离态铜,半透膜孔径和水温等条件对吸附的影响均可定量描述<sup>[2,3]</sup>。为证实利用充填树脂的半透膜囊模拟生物对游离态金属吸收的可能性,本文简要报道了在相似条件下对实验用鱼和半透膜囊进行游离态铜吸收对比研究的初步结果,关于鱼体吸收机理的深入研究正在进行中。

## 1 研究方法

比较了不同浓度、不同实验时间以及不同富里酸投加量条件下半透膜囊和鱼体对铜吸收的特点。半透膜囊的制备、模拟实验和洗脱方法已在有关文献中介绍<sup>[3]</sup>。为保证必要的样本量,用于鱼体富集研究的实验用鱼选择个体较小(约1.5cm长)的“彩虹方头鱼”(Neon Tetra, *Paracheirodon*)。模拟实验在专门配制的人工河水中进行( $\text{Ca}^{2+}$  64.9mg/L、 $\text{Na}^+$  30.8mg/L、 $\text{K}^+$  13.6mg/L、 $\text{Mg}^{2+}$  15.5mg/L、 $\text{Cl}^-$  115.2mg/L、 $\text{HCO}_3^-$  103.0mg/L、 $\text{NO}_3^-$  4.8mg/L、 $\text{SO}_4^{2-}$  58.4mg/L)。根据前期预备性研究结果,溶液更新周期为1周。静态模拟实验中每组投放8条鱼,模拟实验期间不予喂食以避免通过摄食途径引入污染(预备性研究结果证明,饥饿状态鱼体的生理机能降低,但不会发生质的变化),实验结束后将8条鱼随机分为两组,分别干燥、称重、消解和测定,消解用 $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$ 进行,半透膜囊洗脱液和鱼样消解液中的铜用阳极溶出法测定<sup>[3]</sup>。文中所列结果均为两平行测定数据的均值。

## 2 实验结果

从理论上说,半透膜囊或鱼体对铜的吸收均应为一次动力学过程,即吸收量与水相铜浓度成正比。本研究的结果表明,对半透膜囊而言,这一线性关系在2.5mg/L以下范围内成立,但在相应的鱼体实验中发现,当水相游离铜浓度增至40 $\mu\text{g/L}$ 以上时,吸收量增幅有随浓度增加而下降的明显趋势(图1)。显然,过量

\* 国家杰出青年基金[49525102]与国家自然科学基金[49271063]资助项目。

收稿日期:1996-09-08,修改稿收到日期:1997-02-16。

铜积累影响了鱼体的正常生理活动。

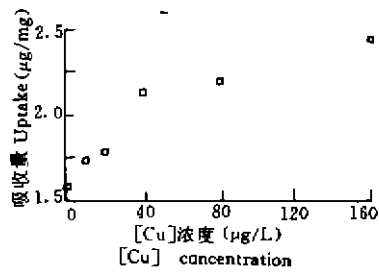


图1 水相游离态铜浓度对鱼体铜吸收量的影响

Fig. 1 Influence of free concentration on fish uptake

半透膜囊与鱼体对游离态铜吸收的动力学比较实验得到的结果与上述情况相似。由于半透膜囊的吸附容量极大,在天然水游离铜浓度条件下,吸附量与时间的正相关关系至少可维持数月<sup>[3]</sup>。但在相应的鱼体实验中,由于限制喂食或体内铜积累影响正常生理活动,鱼体对160g/L游离铜的吸收速率在约20d后趋向平缓(见图2)。

图3给出的实验结果清楚地表明,在总铜含量不变的情况下,随着富里酸投加量的不断增加,被实验鱼吸收的铜明显减少。在用半透膜囊进行的类似实验中曾得到非常相似的结果<sup>[3]</sup>。由此可见,有天然配位体存在时,络合态铜的生成在很大程度上限制了铜的有效性,从而抑制了鱼体对铜的富集作用。

综上所述,在一般天然水条件下(铜含量在数10µg/L水平),半透膜囊对铜的吸收与鱼体吸收有颇多相似之处,即与游离态浓度及暴露时间大体成正相关关系,且不能吸收富里酸络合态铜。

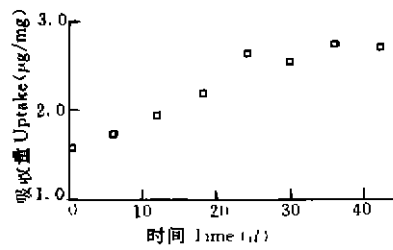


图2 鱼体对游离态铜的吸收过程

Fig. 2 Process of free Cu uptake by fish

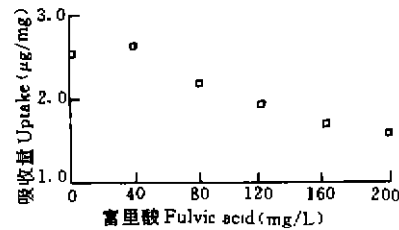


图3 富里酸对鱼体吸收铜的影响

Fig. 3 Influence of fulvic acid on fish uptake

### 参 考 文 献

- 1 Morrison G MP. Bioavailable metal uptake rate in urban stormwater determined by dialysis with receiving resins. *Hydrobiologia*, 1989, 176/177: 491~495
- 2 陶澍, 梁涛, 赵智杰等. 用树脂-半透膜囊对水环境中有效态金属含量进行长期监测 I 树脂-半透膜囊对铜的吸附及不同树脂的差别. *环境科学进展*, 1994, 2: 53~57
- 3 陶澍, 梁涛, 裴建峰等. 用树脂-半透膜囊对水环境中有效态金属含量进行长期监测 I 金属浓度、半透膜孔径、水温及配位体对半透膜囊吸附的影响. *环境化学*, 1997, 6(4): 348~353