

研究报告

多氯联苯对鲫鱼血液电解质的影响*

刁志群 储少岗 徐晓白** 张涌云 徐 盈 方跃平 黎 雯

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085) (中国科学院武汉水生生物所, 武汉 430072)

摘要 研究了水中多氯联苯(PCBs)对鲫鱼血液电解质平衡的影响。结果显示鲫鱼在受到 PCBs 污染后, 血清中电解质的平衡会受到影响。在本实验范围内, Na^+ 的含量明显高于正常水平, 并随试验浓度的增加而逐步升高, 同时随暴露时间的增长而升高; K^+ 含量低于正常值, 并随试验浓度的增加而降低, 同时随暴露时间的增长而降低; 而对于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的影响无显著变化规律。

关键词 多氯联苯, 血液, 电解质平衡。

多氯联苯(PCBs)是由一系列氯代联苯异构体所组成的人工合成工业产品。目前, 它作为一种全球性的环境污染物, 由于其在生态环境中分布广, 稳定性强, 不易降解和生物富集率高, 因此对环境和人类健康产生了很大的潜在影响。随着环境科学的发展, 促使人们对 PCBs 在生物毒理方面进行了广泛的研究, 但对其在生物体血液学方面的影响研究尚少见有报道。分析研究污染物对生物血液电解质平衡的影响, 对探明生物体的生理和病理变化, 均有着重要的作用。

鱼类作为主要的环境监测生物样品, 它的血液也和其它脊椎动物一样, 其成分在受到各种各样的外界刺激影响下, 常会发生变动, 电解质平衡有可能受到破坏。据报道, 某些金属如 Zn, Cu, Cd 等、环境中 pH 的变化、有机农药等都会导致鱼体内电解质平衡的失调^[1-4]。本文通过对鲫鱼血液中 K、Na、Ca、Mg 离子浓度的测定, 初步探讨了水环境中 PCBs 对鲫鱼血液电解质平衡的影响, 并对其产生变动的原因进行了分析。

1 实验材料与方法

1.1 试剂与仪器

(1) 试剂 PCBs 标样, 中科院生态环境研究中心提供; 硝酸, 66.5%, 优级纯, 中南化工厂; 超纯水。

(2) 仪器 等离子体原子发射光谱(ICP), 3520AES, Applied Research Laboratories; Millipore 超纯水制备装置(18.3 M); 高速离心机, Hettich. Universal (0—6000 r/min)。

1.2 实验鱼及染毒方式

材料鱼采用由中科院水生生物研究所养殖场提供的 1 龄鲫鱼, 鱼体重全距为 20—40 g。鱼样于正式试验前在实验室水族箱中暂养 7 d, 其间未发现有任何异常现象。养鱼用稀释水为经曝气脱氯的自来水。

正式试验分两部分进行: ① 考察水中不同 PCBs 浓度对鱼体中血液电解质的影响。试验容器用容积为 $20 \times 20 \times 30$ cm 的玻璃缸, 盛 10 L 试验液, 每缸放 3 尾鱼。试验设 4 个浓度组 (PCBs 浓度分别为 13.0、0.13、0.013 和 0.0013 $\mu\text{g/L}$) 与 1 个对照组, 采用静态试验方法, 试验期间不投饵料。试验周期为 96 h, 然后进行采血分析; ② 考察同一浓度不同受试时间内 PCBs 对鱼体中血液电解质的影响。试验容器用 40 L 的圆桶瓷缸, 盛 40 L 试验溶液 (PCBs 浓度为 13.0 $\mu\text{g/L}$), 一共放养 12 尾鱼。采用静态试验法, 分别在 24 h, 48 h, 96 h, 120 h 时对鱼样进行采血分析, 每次 3 尾。试验期间不投放饵料。

* 本工作得到淡水生态和生物工程国家实验室及国家自然科学基金委员会联合资助

** 通讯联系人

收稿日期: 1994-06-25

料。

1.3 血样的采集和前处理

(1) 血样的采集 实验鱼进行斩尾取血^[5]：截断鱼尾部，用一次性塑料注射器插入尾动脉的截断面，抽出血样，转入离心管(每条鱼约取出 0.1—0.3 mg 的血样)。称量后，以 5000 r/min 离心 10 min，吸取上层血清，称量血清和血残渣后，分别转移至聚四氟乙烯坩锅内。

(2) 血样的前处理 向盛有血清和血残渣的坩锅内分别加入 3 ml 的浓硝酸，在控温电炉上逐渐加热至 150℃ 左右，保持 2.5 h，然后继续提高温度至 190℃ 左右，加热至干。取下稍冷后，再加 3 ml 1 mol/L HNO₃，继续加热至沸腾，冷却，最后移取至塑料试管中，用超纯水定容至 10 ml。

用上面相同的方法作溶剂空白。

1.4 血样分析

用 ICP 分别对上述经预处理过的血清、血残渣溶液进行 K、Na、Ca、Mg 离子浓度的测定。

2 实验结果与讨论

2.1 不同浓度 PCBs 对鲫鱼血清电解质的影响

在不同浓度的 PCBs 水溶液条件下，测定的鲫鱼血清 K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ 的浓度变化如

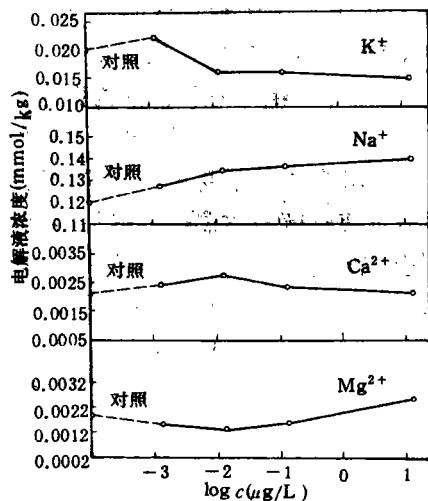


图1 鲫鱼血清 K⁺、Na⁺、Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 与不同浓度 PCBs 水溶液的关系曲线

图1。

图1显示在 PCBs 水溶液中的鲫鱼血清钾和含量显著低于对照组，并随试液浓度的增加而降低；相反，鲫鱼血清钠的含量明显要高于对照组，并且血清钠随试液浓度的增加有逐步升高的趋势。血清钙、镁与对照组比较无显著变化，与试液浓度的递增亦无明显的变化规律。

2.2 不同受试时间对鲫鱼血清电解质的影响

在同一浓度下 (PCBs 的水溶液浓度为 13.0 μg/L)，不同受试时间内测定的鲫鱼血清 K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ 的浓度变化如图2。

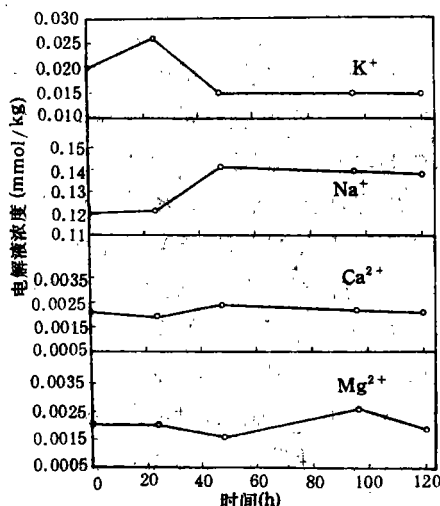


图2 鲫鱼血清 K⁺、Na⁺、Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 与不同受试时间的关系曲线

图2显示在 PCBs 的水溶液中，血清钾的含量在前 50 h 内变化较大，但之后渐趋平衡，一般要比对照组低；鲫鱼血清钠的含量要比对照组偏高，在前 50 h 迅速增高，之后渐趋平衡。鲫鱼血清钙、镁并未表现出有明显的变化规律。

2.3 PCBs 影响鱼血液电解质平衡的原因探讨

鱼类血液的理化特性和循环生理是监测鱼类病变和中毒的重要参数^[6]。生物体中电解质的平衡是维持其细胞内外液的渗透压及内环境稳定的必要因素。因此生物体中电解质平衡的失调，一方面将直接影响其生理变化及健康状况，另一方面也反映了机体受有毒污染物损伤的程度。

本实验研究从浓度和受试时间 2 个方面的

影响都表明:鲫鱼在受到 PCBs 污染后,其血清钠要比正常水平偏高,血清钾比正常水平偏低,血清中钾、钠离子的平衡受到了很大程度的破坏。造成这种血液电解质平衡的失调原因笔者作以下几方面的推测:首先可能由于肝脏功能受到影响。PCBs 对鱼类的肝脏有较大的损伤作用^[7],而肝功能受到损伤时,会造成生物体中醛固酮的去甲环作用的减退,影响肝脏对醛固酮的灭活能力,从而使醛固酮在体内的半衰期延长,相对地增加了醛固酮的活力,增加了其潴钠排钾的作用,致使生物体中钠含量的增加;此外肝脏受到侵害后,会引起生物体的总热量摄入不足,肝糖元被消耗而释出钾,由肾脏排出体外,构成低血钾症。其次肾脏功能的受损也会影响生物体中电解质的平衡。在鱼接触氯代烃类化合物时,会引起其肾远曲小管有变性和沉积物^[8]。当肾小管发生疾病时,有可能会使近端肾小管钠离子的再吸收减少,而远端肾小管钠离子的吸收则增加,从而促进与钾、氢离子的交换,造成钾离子排出的增加,引起体内钠、钾平衡的失调。

本研究的结果还显示鲫鱼血清 Ca、Mg 的

含量在该 PCBs 水溶液浓度及受试时间内没有明显的变动规律,其原因尚待进一步的研究。

3 结语

本文首次报道了有关 PCBs 对鲫鱼血液电解质平衡的影响。结果表明鲫鱼在受到 PCBs 污染后,血清中 K^+ 、 Na^+ 的平衡会受到破坏, Na^+ 含量明显高于正常值, K^+ 含量低于正常值。

致谢 本文经唐家骏研究员审阅并提出宝贵意见,特此致谢。

参考文献

- 1 Spry D J and Wood C M Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1985, **42**: 1332
- 2 Lewis S D and Lewis W M. Trans. Amer. Fish. Soc., 1971, **100**: 639
- 3 Ryosuke Kuroshima. Nippon Suisan Gakkaishi, 1992, **58** (6): 1139
- 4 Holeton G F, Booth J H et al.. The Journal of Experimental Zoology, 1983, **228**: 21
- 5 邱郁春主编. 水污染鱼类毒性实验方法. 北京: 中国环境科学出版社, 1992: 102
- 6 尾崎久雄著, 许学龙等译. 鱼类血液与循环生理. 上海: 上海科学技术出版社, 1982: 77-83
- 7 Nsetel H and Budd J. Can. J. Comp. Med., 1975, **39**: 208
- 8 Buhler R R and Rasmusson M E. Toxicol. Appl. Pharmacol. 1969, **14**: 535

1992—1993 年中国自然科学核心期刊

国际核心期刊研究会中国自然科学核心期刊研究课题组不久前公布了最新的“1992—1993 年中国自然科学核心期刊”300 种。这是根据国家标准“GB/T13745—92”规定的学科分类标准, 优选 300 种中国出版的各学科代表性期刊, 对它们在 1992、1993 年所发表的论文,

使用“引文法”进行客观统计后得到结果。与环境科学学科专业相关的核心期刊名单, 按被引用频次从高到低的顺序列于下表。该表中空缺名次为其他学科核心期刊, 被引用频次相同者名次相同。《环境科学》名列核心期刊第 22 名。

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 中国科学 | 47 岩石学报 |
| 2 科学通报 | 48 土壤学报 |
| 8 海洋学报 | 49 地质学报 |
| 9 大气科学 | 49 台湾海峡 |
| 13 海洋与湖泊 | 50 地理研究 |
| 20 气象学报 | 50 中国环境科学 |
| 21 天文学报 | 53 沉积学报 |
| 22 环境科学 | 53 地震地质 |
| 23 地质科学 | 54 地球物理学报 |
| 25 地理学报 | 54 气象 |
| 27 生态学报 | 55 地质论评 |
| 44 环境科学学报 | 55 高原气象 |
| 44 天体物理学报 | 55 海洋地质与第四纪地质 |
| 46 青岛海洋大学学报 | 57 海洋通报 |
| 47 海洋科学 | 58 长春地质学院学报 |

- | | |
|--------------|-------------|
| 58 热带气象 | 71 天文学进展 |
| 59 地球化学 | 71 中国区域地质 |
| 61 地理科学 | 72 地震学报 |
| 61 海洋湖沼通报 | 72 黄渤海海洋 |
| 61 自然资源 | 72 矿物学报 |
| 62 热带海洋 | 72 紫金山天文台台刊 |
| 63 冰川冻土 | 73 地层学杂志 |
| 64 第四纪研究 | 73 环境科学丛刊 |
| 66 生态学杂志 | 73 环境污染与防治 |
| 67 东海海洋 | 73 空间科学学报 |
| 68 海洋科学集刊 | 73 南极研究 |
| 69 地震工程与工程振动 | 73 上海天文台年刊 |
| 69 石油与天然气地质 | 73 云南天文台年刊 |
| 70 气象科学 | 中国地震 |
| 70 地球科学 | 73 中国沙漠 |

转载于《环境污染与防治》1994 年第 3 期

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Effects of PCBs on the Electrolyte Balance in Blood of Crucian Carp. Xi Zhiquan et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(2), 1995, pp. 1-3
The effects of PCBs exposure on the concentrations of electrolytes (sodium, potassium, calcium, magnesium) in blood plasma of the crucian carp were examined. In the Crucian Carp, the plasma sodium concentration increased significantly during the exposure to an aqueous PCBs solution and the plasma sodium concentration increased as the concentration of PCBs increased. The plasma concentration of potassium decreased during the exposure to PCBs, and the plasma potassium concentration decreased as the concentration of PCBs increased. The Plasma concentrations of calcium and magnesium did not show any clear patterns.

Key words: PCBs, blood electrolyte balance, Crucian Carp.

QSAR of Substituted Phenol Derivatives. Zhang Daren (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(2), 1995, pp. 4-6

The molecular surface areas of 29 substituted phenol with 7 various substituents were calculated. In addition to molecular surface area and OH group's surface area, the substituent equivalent was pointed out to be necessary to be used as a desorptive variable. Using the three Parameters, a regression analysis was performed for the Microtox^R toxicities of above mentioned compounds, giving a meaningful regression equation with a correlation coefficient of 0.90. If 4-cyanophenol of them were regarded as an outlier and deleted from the above compounds in question, then the correlation coefficient was up to 0.94. The results show that these parameters were important in predicting the toxicity of some compounds.

Key words: substituted phenol derivatives, molecular surface area, substituent equivalent, Microtox^R.

Toxicities of Nitroaromatic Compounds to *Scenedesmus obliquus* and Toxic Symptoms. Liu Jingling et al. (Dept. of Environ. Sci., Northeast Normal Univ., Changchun 130024): *Chin.*

J. Environ. Sci., **16**(2), 1995, pp. 7-10

By using an OECD standard method for algal growth inhibition test, the toxicities (48 h, EC₅₀) of 25 nitroaromatic compounds to *Scenedesmus obliquus* were determined. their toxicities ranked in a decreasing order were: dinitrochlorobenzene > dinitrobenzene > dinitroaniline > dichloronitrobenzene ≡ dinitrotoluene > nitro-bromobenzene ≡ nitrochlorobenzene > nitrotoluene ≡ methoxynitrobenzene ≡ nitrophenol > nitroaniline > nitrobenzene. The toxicities of the compound to the algae varied depending on the concentrations and kinds of the compounds. Under the microscope (400 times), 4 kinds of toxic symptoms were observed, including the inhibition to the filial spore release; the separation of protoplasm form wall of cell; the disintegration of nucleus and organs; and the destruction of protoplast. The results show that the algae growth inhibition test would have a prospect of wide application in water quality monitoring and pollution control.

Key words: algal inhibition test, nitroaromatic compounds, *Scenedesmus obliquus*, EC₅₀, toxic symptoms.

Study on the Process and Modelling of Two-phase Granular Sludge UASB Reactor coupled with Anionic Exchange Units. Yang Hong et al. (Dept. of Bioscience and Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, 200030): *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(2), 1995, pp. 11-14

The study on a novel process of Two Phase Granular Sludge UASB Reactor Coupled with Anionic Exchange Units (TP-UASB-AE) using glucose as a substrate showed that a very high volume loading rate [COD, 62 g/(L · d)] was reached when COD removal efficiency was 91.5%. A control mathematic model for each of TP-UASB-AE units was established separately. The whole TP-UASB-AE system was modelled through the combination of anionic exchange colume models and UASB models. The mean relative error between the system model calculating results and experimental results was 2.2%. The whole process can be exactly and conveniently controlled by using the system control model. It also provides a foundation for engineering scale-up and automatic control.