

Ciencias Marinas (1999), 25(1): 119–143

**CUANTIFICACIÓN Y ALTERACIONES HISTOPATOLÓGICAS
PRODUCIDAS POR CONCENTRACIONES SUBLETALES DE COBRE EN
*Fundulus heteroclitus***

**QUANTIFICATION AND HISTOPATHOLOGICAL ALTERATIONS
PRODUCED BY SUBLETHAL CONCENTRATIONS OF COPPER IN
*Fundulus heteroclitus***

J.B. Ortiz¹
M.L. González de Canales¹
C. Sarasquete²

¹ Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología
Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz
Polígono Río San Pedro s/n
11510 Puerto Real, Cádiz, España

² Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC
Polígono Río San Pedro
Apartado Oficial, 11510 Puerto Real, Cádiz, España
E-mail: carmen.sarasquete@icman.csic.es

Recibido en junio de 1998; aceptado en octubre de 1998

RESUMEN

Ejemplares de *Fundulus heteroclitus* alimentados y mantenidos en inanición fueron expuestos a concentraciones subletales de cobre (800 µg Cu²⁺/L) durante un periodo de 30 días. Se estudió la acumulación de cobre, así como las alteraciones histopatológicas producidas en las branquias y en el hígado. El hígado, tanto en los organismos alimentados como en los mantenidos en ayunas, presentó acumulación progresiva hasta los 30 días, con mayores niveles en ejemplares sometidos al ayuno. Por otro lado, en las branquias se detectó también acumulación de cobre, presentando el grupo de organismos expuestos de 15 a 30 días (alimentados y sometidos a inanición) diferencias significativas ($P < 0.005$) con respecto al grupo control y los tratados durante 2 días. Las principales alteraciones histopatológicas fueron: vacuolización del parénquima hepático, descamación del epitelio branquial, telangiectasia lamelar, así como necrosis branquial y hepática. Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran la importancia del estado nutricional de peces, como modificador de la respuesta de los mismos a los efectos subletales producidos por la exposición a cobre.

Palabras clave: cobre, acumulación, ayuno, efectos histopatológicos, *Fundulus heteroclitus*.

ABSTRACT

Fed and starved *Fundulus heteroclitus* specimens were exposed for 30 days to sublethal copper concentrations (800 µg Cu²⁺/L). The accumulation of copper and histopathological effects on the liver and gills were studied. In both fed and starved specimens, the liver showed a progressive copper

accumulation during the experimental period (from 2 to 30 days), with higher levels of copper in the liver of starved fish. Copper accumulation was also detected in the gills, and the specimens exposed to copper for 15 to 30 days (both fed and starved) showed significant differences ($P < 0.005$) with respect to the control group and the 2-day treated fishes. The main histopathological alterations were: vacuolization of hepatic parenchyma, desquamation of gill epithelia, lamellar telangiectasia, as well as hepatic and branchial necrosis. The results of this paper provide evidence that the nutritional status of the fish has great importance in modifying its response to sublethal copper effects.

Key words: copper, accumulation, starvation, histopathological effects, *Fundulus heteroclitus*.

INTRODUCCIÓN

El medio acuático es el último receptor de las sustancias que son vertidas al océano como consecuencia de la actividad antropogénica, dando lugar a que las concentraciones de determinados contaminantes se incrementen, sobre todo en las zonas litorales y estuáricas. Los vertidos que se realizan en estas zonas son de naturaleza muy diversa: detergentes, pesticidas, fertilizantes, hidrocarburos, compuestos radioactivos, metales pesados, etc. Los metales pesados engloban a un amplio conjunto de sustancias que, en líneas generales, se caracterizan por ser no degradables, tener una elevada persistencia en el medio y por ser susceptibles de ser incorporados por los organismos (Allen-Gil *et al.*, 1997).

Los organismos marinos presentan una relación dinámica con el medio ambiente; por tanto, los metales pesados, en general, son incorporados y excretados por los organismos hasta que se logra un equilibrio. Sin embargo, los factores ambientales, las presiones fisiológicas y el metabolismo de los organismos afectan a los procesos de acumulación y excreción (Bryan, 1971). El cobre, junto con otros metales pesados, es un elemento traza esencial para la vida de los organismos, ya que forma parte de la estructura de más de 30 enzimas y de otras moléculas (oxidases, hidrolasas, metalotioneínas, etc.) (Harris, 1991). A pesar de ser un metal esencial, una cantidad excesiva de cobre resulta tóxico e irritante para los organismos vivos. Entre los efectos producidos por el cobre en peces, podemos citar: la coagulación del moco branquial e inhibición del transporte de oxígeno; destrucción de la

INTRODUCTION

The ocean is the final recipient of discharges of anthropogenic substances, resulting in elevated concentrations of these contaminants in the littoral and estuarine zones. The nature of the discharges that occur in these areas is very diverse: detergents, pesticides, fertilizers, hydrocarbons, radioactive compounds, heavy metals, etc. Heavy metals encompass a wide range of substances that, in general, are nondegradable, highly persistent in the environment and can be incorporated by organisms (Allen-Gil *et al.*, 1997).

Marine organisms have a dynamic relationship with the environment, and heavy metals are generally incorporated and excreted by the organisms until an equilibrium is reached. However, the environmental factors, physiological pressures and metabolism of the organisms affect the processes of accumulation and excretion (Bryan, 1971). Copper, together with other heavy metals, is a trace element essential for organisms, since it forms part of the structure of more than 30 enzymes and other molecules (oxidases, hydrolases, metallothioneins, etc.) (Harris, 1991). Even though copper is an essential metal, an excessive amount is toxic and irritating to living organisms. Some of the effects produced by copper on fish are: coagulation of the branchial mucus and inhibition of oxygen transport; destruction of vitamin C, due to its role as an active oxidizing catalyst; inhibition of bacterial growth and alteration of the intestinal flora, etc. (Torres *et al.*, 1987; Buntun and Franzier, 1994).