

CONTAMINANTI AMBIENTALI // ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS

# SOLO CADMIO, PIOMBO E MERCURIO?

## JUST CADMIUM, LEAD AND MERCURY?

*Sono diversi i contaminanti ambientali che possono ritrovarsi nei prodotti ittici e che spesso danno origine a delle problematiche estremamente specie-specifiche.*

*// Different environmental contaminants can be found inside fish products and often they cause extremely species-specific problems.*

**I contaminanti ambientali rappresentano una delle problematiche più rappresentative per i prodotti ittici. In particolare il mercurio nelle grandi specie predatrici (pesce spada, varie specie di squali, rana pescatrice, ecc.).**

Il mercurio (Hg) è ampiamente presente negli alimenti, ma la sua forma tossica, il metilmercurio, è riscontrabile a livelli significativi soltanto nei prodotti ittici; infatti altre fonti alimentari contengono Hg inorganico, poco assorbito nel tratto gastrointestinale e rapidamente escreto.

Il mercurio presente nelle acque marine per cause naturali, è da ricordare come il mar Mediterraneo ad esempio sia sede del 65% delle risorse mondiali di questo elemento, o per effetto antropico, presenza di inceneritori, fonderie, cartiere e impianti cloro-soda, viene trasformato in composti organici ad opera di microrganismi. Tale azione avviene negli strati superiori dei sedimenti e dipende da pH, presenza di ossigeno ed elevate temperature. Una volta formato, il metilmercurio entra nella catena trofica attraverso il plancton, gli invertebrati e i pesci, in quanto difficilmente eliminato dagli organismi a causa delle sue piccole dimensioni molecolari e elevata lipofilia, che gli consente di penetrare facilmente le mem-

*The environmental contaminants are one of the most representative problems regarding fish products, especially mercury in great predating species (swordfish, various shark species, rana pescatrice, etc.).*

*Mercury (Hg) is widely present in food, but its toxic form, methylmercury, can be found at relevant levels only in fish products; other food sources contain inorganic Hg, scarcely absorbed inside the gastrointestinal tract and quickly excreted.*

*Mercury naturally found in marine waters, (65% of the world resources of this element for example can be found in the Mediterranean), or due to an anthropic effect like the presence of incinerators, foundries, papermills and chloro-soda plants, is transformed in organic compounds by microorganisms. This change takes place in the upper sediments and is linked to pH, oxygen presence and high temperatures. Once formed, methylmercury enters the trophic chain through plankton, invertebrates and fish, organisms unable to eliminate it due to its small molecular dimensions and high lipophilia, allowing an easy penetration of the biological membranes and its bioaccumulation. 5% of the mercury in the Mediterranean is found in fish and 90% of the mercury inside fish products is in its toxic organic form.*

*The concentration of Hg inside fished fish is linked to biological, physical and environmental*



brane biologiche e di bioaccumularsi. È stato calcolato che il 5% del mercurio apportato annualmente nel Mediterraneo si ritrova nel pesce e che il 90% del mercurio totale riscontrabile nei prodotti ittici sia costituito dalla sua forma organica tossica.

La concentrazione di Hg nel pescato deriva quindi da diversi fattori di origine biologica, chimico-fisica e ambientale, che interagiscono tra loro in modi complessi, specifici di ogni sistema acquatico, e che determinano un'ampia variabilità nella concentrazione del mercurio tra esemplari pescati in tempi e luoghi differenti e appartenenti a diverse specie. Il contenuto di Hg aumenta ad esempio in caso di basso pH, a causa della maggiore metilazione che si ha nei sedimenti in condizioni acide; le concentrazioni di mercurio sono positivamente correlate, inoltre, al contenuto di carbonio organico disciolto nelle acque. Sono però sicuramente da tenere principalmente in considerazione 2 fenomeni: la biomagnificazione e il bioaccumulo. La biomagnificazione sta ad indicare l'incremento della concentrazione di Hg lungo la catena trofica: i pesci predatori presentano dei livelli di mercurio di molto superiori rispetto a quelli erbivori della medesima taglia. Negli ecosistemi temperati, ad esempio, è stato riscontrato un incremento nella bioma-

*factors interacting in a complex way, specific to each water system and determining a wide variation of mercury concentration among different species fished at different times in different places. The Hg content increases for example in case of low pH, due to the higher methylation in sediments in acid conditions; the mercury concentrations are positively linked also to the content of organic carbon dissolved in waters. Two phenomena have to be kept in mind: biomagnification and bioaccumulation. Biomagnification indicates the increase in Hg concentration along the trophic chain: predatory fish show much higher mercury levels than herbivores of the same size. In tempered ecosystems, for example, biomagnification of mercury has increased by 2 to 5 times from a trophic level to a higher one.*

*Bioaccumulation instead indicates the increase of this element's concentrations inside fish tissues with aging or increase in size of specimen of the same population and trophic position. This correlation doesn't necessarily have a smooth pattern, often the increase is exponential with size; in some species the male specimen have higher levels than females of the same age.*

*The big predators build up high levels of mercury by ingestion during their lives and being these fish, they might end up in particularly polluted waters, increasing their contamination levels.*



gnificazione del mercurio da 2 a 5 volte passando da un livello trofico a quello superiore. Il bioaccumulo indica invece l'incremento delle concentrazioni di questo elemento nei tessuti dei pesci all'aumentare dell'età, o della grandezza, di individui della stessa popolazione e posizione trofica. Tale correlazione non necessariamente presenta un andamento lineare, anzi spesso si osserva un incremento esponenziale con la taglia; in alcune specie poi i maschi presentano dei livelli maggiori rispetto alle femmine della stessa età.

I grandi pesci predatori quindi accumulano per ingestione alti livelli di mercurio durante tutto l'arco della loro vita, inoltre essendo anche migratori è possibile che raggiungano acque particolarmente inquinate, aumentando i propri livelli di contaminazione.

A conferma di ciò è da evidenziare come nei pesci erbivori si riscontri normalmente un contenuto di Hg nettamente inferiore al limite di legge fissato dal Reg. (CE) 1881/2006 e s.m.i. (0.50 mg/kg), mentre non è inusuale riscontrare valori elevati di tale elemento, anche superiori al limite di riferimento (1.0 mg/kg), nelle specie predatrici quali tonno, pesce spada o squali.

A seguito di quanto sopra esposto e degli effetti tossici del metilmercurio, in grado di superare la barriera cerebrale e quella placentare causando danni a carico del sistema nervoso centrale, specie nelle fasi iniziali dello sviluppo, la Commissione Europea – Health & consumer protection directorate general ha emesso una nota informativa con cui consiglia le donne in età fertile, quelle in stato di gravidanza o in fase di allattamento e i bambini di non consumare più di una porzione piccola alla settimana (meno di 100 g) di pesci come pesce spada, pescecane, marlin e luccio. In caso di consumo di tale porzione non si dovrebbe mangiare nessun altro pesce nello stesso periodo. Si sconsiglia di mangiare tonno più di 2 volte a settimana, avvisando i genitori di applicare le stesse precauzioni verso i bambini.

### **Un altro contaminante spesso citato nel sistema RASFF è il cadmio.**

La contaminazione ambientale da cadmio (Cd) è andata nel tempo sempre più aumentando, a causa delle sue diverse applicazioni. Infatti questo elemento è presente negli scarichi dell'industria dello zinco e della galvanoplastica o delle industrie di smalti e vernici, è rilasciato dagli inceneritori di rifiuti ed è presente in determinati concimi, è utilizzato nelle produzioni di plastica, leghe, coloranti, ma soprattutto di batterie.

È poi da evidenziare come il Cd sia facilmen-



*This is confirmed by the fact that herbivorous fish usually have a Hg content clearly below the limit set by the Reg. (EC) 1881/2006 as amended and supplemented (0.50 mg/kg), but is not unusual to find high levels of this element also over the limit (1.0 mg/kg), in predatory species like tuna, swordfish or sharks.*

*Due to all of the above and the toxic effects of methylmercury, able to go over the cerebral and placental barrier damaging the central nervous system especially at the beginning of the development, the European Commission – Health & Consumer Protection DG produced an informative note advising pregnant, childbearing or nursing women and children to consume only a small portion a week (less than 100 g) of fish such as swordfish, pescecane, marlin and luccio not to be combined with any other fish in the same period. Parents and kids alike are advised not to eat tuna more than twice a week.*

### **Another contaminant often mentioned in the RASFF system is cadmium.**

*The environmental contamination by cadmium (Cd) has increased through time due to its various uses. This element can in fact be found in zinc's and galvanoplasty's industry waste and or varnish and paint industries, is released by waste incinerators and found in some fertilizers, used in the production of plastic, compounds, colorants but especially batteries.*

*Also, Cd is easily absorbed by organisms and also difficult to eliminate, with half-lives of 10-30 years. This element is particularly toxic for kidneys and the IARC (International Agency for Research on Cancer) classified it as carcinogen.*

*In water environments this metal is transferred from water to phytoplankton sediments and macrophyte, from these to crustaceans and mollusks and then along the food chain although the accumulation in fish is lower than in mollusks. The*

te assorbibile dagli organismi, ma altrettanto difficilmente eliminabile, con tempi di dimezzamento pari 10-30 anni. Tale elemento risulta particolarmente tossico per il rene ed è stato classificato come cancerogeno dalla IARC (*International Agency for Research on Cancer*).

Negli ambienti acquatici questo metallo viene trasferito dall'acqua e dai sedimenti al fitoplancton e alle macrofite, da queste ai crostacei e molluschi quindi, a sua volta, lungo la catena alimentare, anche se l'accumulo nei pesci è sicuramente minore rispetto ai molluschi. Il cadmio disciolto risulta essere comunque meno tossico all'aumentare della salinità delle acque.

Alcuni prodotti ittici sono in grado di accumulare elevati livelli di Cd: ostriche, gasteropodi e soprattutto cefalopodi, anche in aree a bassa contaminazione ambientale.

Nel caso dei cefalopodi, ad esempio, il cadmio si accumula nella ghiandola digestiva, circa il 90% della quantità totale, con un rapporto tra il contenuto nell'epatopancreas e quello nel muscolo pari ad alcune centinaia. Questi alti livelli di Cd nei tessuti potrebbero rivelarsi tossici per il mollusco stesso, se non fosse disponibile un efficiente meccanismo di detossificazione. La strategia utilizzata dagli invertebrati marini prevede l'induzione da parte di alcuni elementi come cadmio, rame, zinco, argento e mercurio delle metallothioneine, proteine ricche di sulfidrilici, con elevata affinità per questi metalli, in grado di legare il Cd.

**Recentemente, in riferimento al cadmio, sono state interdette alla pesca ai gasteropodi alcune zone di pesca dell'alto adriatico. Per queste specie la normativa non ha fissato dei limiti massimi, come invece è stato fatto per i bivalvi. In questo caso su cosa si basa la decisione di fermare la pesca?**

Il Regolamento (CE) 1881/2006 e s.m.i. non esprime esplicitamente dei limiti normativi per quanto riguarda Cd, Pb e Hg nei gasteropodi marini. È però da sottolineare come nel caso di cadmio e piombo siano fissati dei valori massimi accettabili per molluschi bivalvi e cefalopodi, con specifico riferimento a tutti i prodotti alimentari rientranti nelle categorie c) e f) dell'elenco del regolamento (CE) n. 104/2000: questi includono "molluschi anche separati dalla loro conchiglia, vivi, freschi, refrigerati, congelati, secchi, salati o in salamoia; invertebrati acquatici diversi dai crostacei e dai molluschi". Lo stesso dicasi per il mercurio, in relazione al limite fissato per i prodotti della pesca.

Alla luce di quanto sopra riportato il Ministe-

*dissolved cadmium is less toxic in saltier waters. Some fish products can accumulate high levels of Cd: oysters, gastropods and especially cephalopods, also in areas with a low environmental contamination.*

*In cephalopods, for example, almost 90% of the total quantity of cadmium is accumulated inside the digestive gland, with a ratio between the hepatopancreas content and the muscle content of a few hundreds. These Cd levels in tissues could be toxic for the mollusks itself without an effective detoxification mechanism. The strategy used by marine invertebrates involves the induction by some elements like cadmium, copper, zinc, silver and mercury of metallothioneins, proteins rich in sulfhydryls, with a strong affinity to these metals, able to bind Cd.*

**Recently gastropods' fishing was prohibited in some fish areas of the high Adriatic because of cadmium presence. The regulation though hasn't set any maximum levels for gastropods like it did for bivalves. In this case, what was the decision to stop fishery based on?**

*Regulation (EC) 1881/2006 as amended and supplemented does not explicitly express any legal limits for Cd, Pb and Hg in marine gastropods. Some acceptable maximum levels for cadmium and lead are set for bivalve mollusks and cephalopods, with specific reference to all foodstuff in category c) and f) of the Regulation (EC) n. 104/2000 list including: "mollusks also without shell, alive, fresh, refrigerated, frozen, desiccated, salted or in brine; water invertebrates different from crustaceans and mollusks". The same can be said for mercury, regarding the limit set for fishery products.*

*The Health Ministry, with a note from October 2007, clarified that marine gastropods have to be included in the "mollusks also without shell..." category, but echinoderms and tunicates have to be considered "water invertebrates different from crustacean and mollusks", therefore they have to comply with the regulation limits set for bivalves mollusks concerning cadmium and lead (1.5 mg/kg and 1.0 mg/kg respectively) and for fishery products regarding mercury (0.5 mg/kg).*

*Considering the physiological ability to accumulate cadmium of gastropods, especially muricid ones, very often the levels of Cd in this species are over the limits.*

*In France instead marine gastropods, echinoderms and tunicates are not included in the list of species complying with the limits set by Regulation (EC) 1881/2006 as amended and supplemented. The applied limit for them is set by the National Decree of 1999, approved by the Superior Council for Public Hygiene, concerning the classification and monitoring of mollusks produc-*

ro della Salute, con una nota dell'ottobre 2007 ha chiarito che i gasteropodi marini sono da comprendere nella categoria "molluschi anche separati dalla loro conchiglia...", mentre gli echinodermi e i tunicati sono da considerare "invertebrati acquatici diversi dai crostacei e dai molluschi", conseguentemente ad essi sono da applicare i limiti normativi fissati per i molluschi bivalvi per quanto concerne piombo e cadmio (1.5 mg/kg e 1.0 mg/kg rispettivamente), per i prodotti della pesca relativamente al mercurio (0.5 mg/kg).

In considerazione della capacità fisiologica dei gasteropodi, soprattutto murici, di accumulare cadmio, è abbastanza frequente osservare in questa matrice livelli di Cd superiori a quelli indicati.

In Francia invece i gasteropodi marini, gli echinodermi e i tunicati non sono ritenuti compresi tra le specie soggette ai limiti previsti dal Regolamento (CE) 1881/2006 e s.m.i. Per tali matrici viene infatti applicato un decreto nazionale del 1999, approvato dal Consiglio Superiore di Igiene Pubblica, relativo alla classificazione e al monitoraggio delle aree di produzione dei molluschi, che fissa un limite massimo consentito di Pb e Cd pari a 2 mg/kg su peso fresco.

**Inoltre il cadmio è stato oggetto di una nota dell'ESFA e del Ministero in riferimento al "consumo della carne scura di granchio" dove si accumula maggiormente.**

Nel 2011 la Commissione Europea - Direzione generale Salute e consumatori ha emesso una nota sul consumo di carne scura di granchio. In tale informativa si sottolinea che la parte centrale del corpo di questo crostaceo, il cefalotorace, contiene l'epatopanca che accumula cadmio, a causa della sua funzione come organo digestivo. Da uno studio effettuato dalla stessa Commissione i livelli di tale elemento riscontrati in queste "carni scure" sono risultati estremamente variabili, ma con un valore medio pari a circa 8 mg/kg, mentre nelle carni bianche delle zampe e delle chele sono stati osservati tenori medi di 0.080 mg/kg, a fronte di un limite massimo fissato dalla normativa di 0.5 mg/kg.

Pertanto si è voluto informare i consumatori sull'opportunità di limitare il consumo di "carni scure", garantendo nel contempo la disponibilità dei granchi sul mercato.

Anche nel caso dei gasteropodi marini l'accumulo di Cd avviene principalmente nella ghiandola digestiva e nelle branchie, mentre il muscolo risulta scarsamente contaminato.

Sicuramente l'eliminazione anche in questo

tion areas, setting the allowed maximum level of Pb and Cd to 2 mg/kg on fresh weight.

**Cadmium has also been the subject of a note by ESFA and the Ministry regarding the "consumption of dark crab meat" where this substance is mostly accumulated**

In 2011 the European Commission - Health and Consumers General Directorate released a note on dark crab meat consumption. This informative explains that the central part of this crustacean's body, the cephalothorax, contains the hepatopancreas where cadmium accumulates, due to this organ's digestive function. A study carried out by the Commission showed that the levels of this element found in "dark meats" are extremely variable, but with an average of around 8 mg/kg, in the white meat of the legs and the claws the average levels are around 0.080 mg/kg, with a maximum limit set by the regulation of 0.5 mg/kg.

Therefore, consumers have been advised to reduce the "dark meat" consumption, although the availability of crabs on the market was guaranteed.

Also in marine gastropods the cadmium accumulation occurs mainly in the digestive gland and in the gills, but the muscles are not very contaminated.

Also in this case the intestine removal would surely determine a much lower cadmium exposure risk, this operation though would not be easy to perform.

Literature provides useful indications for the correct consumption of this food: bigger animals show a higher accumulation of this pollutant. Cd bioaccessibility, more than 70% in oysters and gastropods, increases with the use of acid substances like lemon and vinegar, cooking could reduce it (of more than 50%).

**Most fishermen blame environmental pollution for the lower catch quantities in the fishery sector. Is it possible to quantify the real pollution impact on the decrease of fish products stock?**

Fish stock decrease is surely a relevant issue linked to various causes. The decrease of the most important commercial species is surely the result of excessive exploitation of the resources; another important factor is climate change which caused a "meridionalization" and a "tropicalization" of our seas, with a spreading of thermophiles to wider areas and the colonization of the waters by not indigenous fish species damaging autochthonous ones that consumers usually eat. Also the accumulation of some chemical contaminants in some areas can play a role, especially in case of substances which could interfere with





caso dell'intestino determinerebbe per il consumatore un rischio di esposizione al Cd molto più basso, di contro però tale operazione non risulterebbe probabilmente di facile esecuzione. La letteratura fornisce comunque delle indicazioni utili per un più corretto consumo di questa matrice alimentare: animali di dimensioni maggiori presentano un maggior accumulo di questo inquinante, la bioaccessibilità del Cd, più del 70% nelle ostriche e nei gasteropodi, aumenta con l'uso di sostanze acide come limone e aceto, si riduce probabilmente con la cottura (a meno del 50% di quella iniziale).

**La maggiore parte dei pescatori vede nell'inquinamento una delle maggiori cause della diminuzione delle catture nel settore pesca. È possibile quantificare il reale impatto dell'inquinamento sulla diminuzione degli stock ittici?**

La diminuzione degli stock ittici è sicuramente una questione di notevole interesse, legata a diverse cause. Il decremento delle più importanti specie commerciali è sicuramente il risultato di un eccessivo sfruttamento delle risorse, altro importante fattore è poi il cambiamento climatico che ha causato una "meridionalizzazione" e una "tropicalizzazione" dei nostri mari, per cui si osserva una maggiore estensione delle zone di distribuzione delle specie termofile e la colonizzazione delle acque da parte di specie ittiche non indigene, a scapito di quelle autoctone che il consumatore è abituato a portare sulla propria tavola. Anche l'accumulo in certe aree di determinati contaminanti chimici può giocare un ruolo in tal senso, specie nel caso di sostanze che possono intervenire nelle fasi riproduttive. Valutare quantitativamente l'impatto dell'inquinamento ambientale sulla diminuzione delle risorse

*the reproduction phase. It is although really difficult to quantitatively evaluate the environmental pollution impact on fish resources, given the great quantity of contaminants to consider and the wide effects range these can determine on organisms. It is important to highlight how studies on toxicity have not been completed on all pollutants which might be of interest. The presence of more harmful substances together can cause synergic effects not always easy to calculate. Also, all the researches on the subject are performed in labs, in absolutely different conditions compared to the ones in complex and dynamic environments such as water basins and therefore they do not provide compatible results.*

**Which are in perspective the contaminants which could cause the biggest problems?**

*Surely heavy metals such as mercury, cadmium and lead will still have to be monitored with attention. It will be equally important to monitor the organic contaminants (Polychlorobiphenyls, organic chlorinated compounds, Polybrominated Diphenyl Ethers), also in consideration of their extremely long persistency in the environment. It will also be necessary to take into consideration toxic substances used for a long time but only recently under scrutiny: residues of pharmaceuticals for humans and active ingredients of personal hygiene products. These are in fact emitted in the environment through urban waste because at present the purifiers cannot remove them completely and they contaminate waters and sediments consequently having unwanted effects on non-target organisms.*

**Roberta Orletti**

*Experimental Zooprophyllactic Institute of Umbria and Marche, Ancona section*



ittiche è però veramente difficile, in considerazione della grande quantità di contaminati da considerare e dell'ampio range di effetti che questi possono determinare sugli organismi. D'altronde è importante sottolineare come non per tutti gli inquinanti che potrebbero risultare rilevanti siano stati completati gli studi di tossicità. La copresenza di più sostanze nocive, poi, può dare origine ad effetti sinergici non sempre facilmente calcolabili. Inoltre tutti gli studi che vengono effettuati in tal senso sono portati avanti in condizioni di laboratorio, assolutamente differenti rispetto a quelle che si possono venire a creare in ambienti complessi e dinamici quali sono quelli dei bacini idrici, con risultati conseguentemente poco sovrapponibili.

### In prospettiva quali sono i contaminanti che potrebbero dare maggiori problemi?

Sicuramente metalli pesanti come mercurio, cadmio e piombo continueranno ad essere degli inquinanti da controllare con attenzione. Ugualmente sarà importante proseguire nel monitoraggio dei contaminanti organici (poli-clorobifenili, composti organoclorurati, poli-bromodifenilici), anche in considerazione dei loro tempi di persistenza nell'ambiente, estremamente lunghi. Sarà però necessario prendere in considerazione anche sostanze tossiche che, nonostante siano ampiamente utilizzate da molto tempo, solo recentemente sono state oggetto di attenzione: i residui dei farmaci ad uso umano e gli ingredienti attivi dei prodotti per la cura della persona. Questi infatti sono immessi continuamente nell'ambiente attraverso gli scarichi urbani, in quanto gli attuali depuratori non sono in grado di rimuoverli completamente, causando la contaminazione di acque e sedimenti e, conseguentemente, effetti indesiderati su organismi non-target.

**Roberta Orletti**

IZS dell'Umbria e delle Marche  
Sezione di Ancona

### ANCORA SUL CADMIO

A testimonianza della sempre maggiore importanza da attribuire ad alcuni contaminanti ambientali e dello sviluppo della ricerca su questi argomenti, quest'anno si è tenuto a Sassari il "Cadmium symposium 2012". La ricerca in questo settore è fondamentale al fine di comprendere le problematiche che possono presentarsi per i prodotti ittici e quali possono essere le soluzioni da adottare per contrastare queste



### MORE ABOUT CADMIUM

*To prove the relevance of some environmental contaminants and the development of the research on these issues, the "Cadmium symposium 2012" was held this year in Sassari. The research in this sector is fundamental to understand the problems the fish products could present and which the solutions to adopt to fight these problems might be ([www.cadmiumsymposium2012.uniss.it](http://www.cadmiumsymposium2012.uniss.it))*

*We report an excerpt from a research based on the use of cefali as environmental contamination indicators.*

### Introduction

*The Boi Cerbus lagoon is located inside the coastal area of Sulcis-Iglesiente in the south-western part of Sardinia. Many industries and extracting activities are present in this area which became highly contaminated and was at environmental risk in the past.*

*The presence of heavy metals can be a risk for the population's health and the environment quality. The use of live organisms (cefali in this case) as bio-indicators has become a very important instrument in the improvement of monitoring plans.*

*Fish of the Mugilidae family have been used in different researches as bio-indicators because they colonize various environments and have a particularly varied diet.*



problematiche ([www.cadmiumsymposium2012.uniss.it](http://www.cadmiumsymposium2012.uniss.it)).

Fra i lavori presentati riportiamo un estratto di un lavoro che vede l'utilizzo dei cefali come indicatori di contaminazione ambientale.

### Introduzione

La laguna di Boi Cerbus è situata all'interno della zona costiera del Sulcis-Iglesiente nella parte sud-occidentale della Sardegna. Questa zona, caratterizzata da un'intensa presenza industriale ed estrattiva, è stata oggetto in passato di un'elevata contaminazione e rischio ambientale.

La presenza dei metalli pesanti può rappresentare un rischio per la salute della popolazione e la qualità dell'ambiente. L'utilizzo di organismi vivi (in questo caso i cefali) come bioindicatori è diventato uno strumento molto importante nel miglioramento di piani di monitoraggio.

In diversi lavori scientifici pesci appartenenti alla famiglia dei Mugilidi, sono stati utilizzati come bioindicatori in quanto colonizzano diversi ambienti ed hanno una dieta particolarmente variata.

### Metodi

La ricerca è stata condotta nel periodo temporale di tre anni (dal 2008 al 2011) analizzando sedimenti superficiali, acque lagunari e pesci.

### Risultati e discussione

Il Cadmio è stato rilevato in tutti i campioni analizzati: in particolare è stato dimostrato che esso tende ad accumularsi a livello di fango e nella sovrastante colonna d'acqua.

Per quanto riguarda le concentrazioni riscontrate nei cefali, sono stati riscontrati valori più alti nel fegato con una media di 1.278 mg/kg mentre nella porzione edule muscolare i valori riscontrati sono sempre stati al di sotto del limite di rilevamento degli strumenti (< 0.025 mg/kg).

### Methods

*The research lasted three years (from 2008 to 2011) and consisted in analyzing superficial sediments.*

### Results and comments

*Cadmium has been found in every analysed sample: it was proved in particular that it tends to accumulate in the mud and in the area of water above it.*

*As for the concentrations found in cefali, the highest levels have been found in the liver with an average of 1.278 mg/kg and in the edible muscle portion with levels below the instrument detection limit (< 0.025 mg/kg).*

*The obtained results confirm the hypothetical model of Cadmium migration. A higher concentration of this contaminant has been found at the mouth of a small river (Paringianu). Cadmium concentration in the liver was at least 50 times higher than in the muscles and this is linked to the environmental contamination level. The high level found in the sediment determines a relevant concentration of this metal inside the liver in particular in limivorous and benthonic species such as the Mugilidae family which therefore are important environmental indicators.*

*Finally, we have to consider that the levels detected in all the samples do not exceed the maximum levels of Cadmium concentration in fish muscles ( $\leq 0.050$  mg/kg) therefore their consumption is not dangerous for human health.*

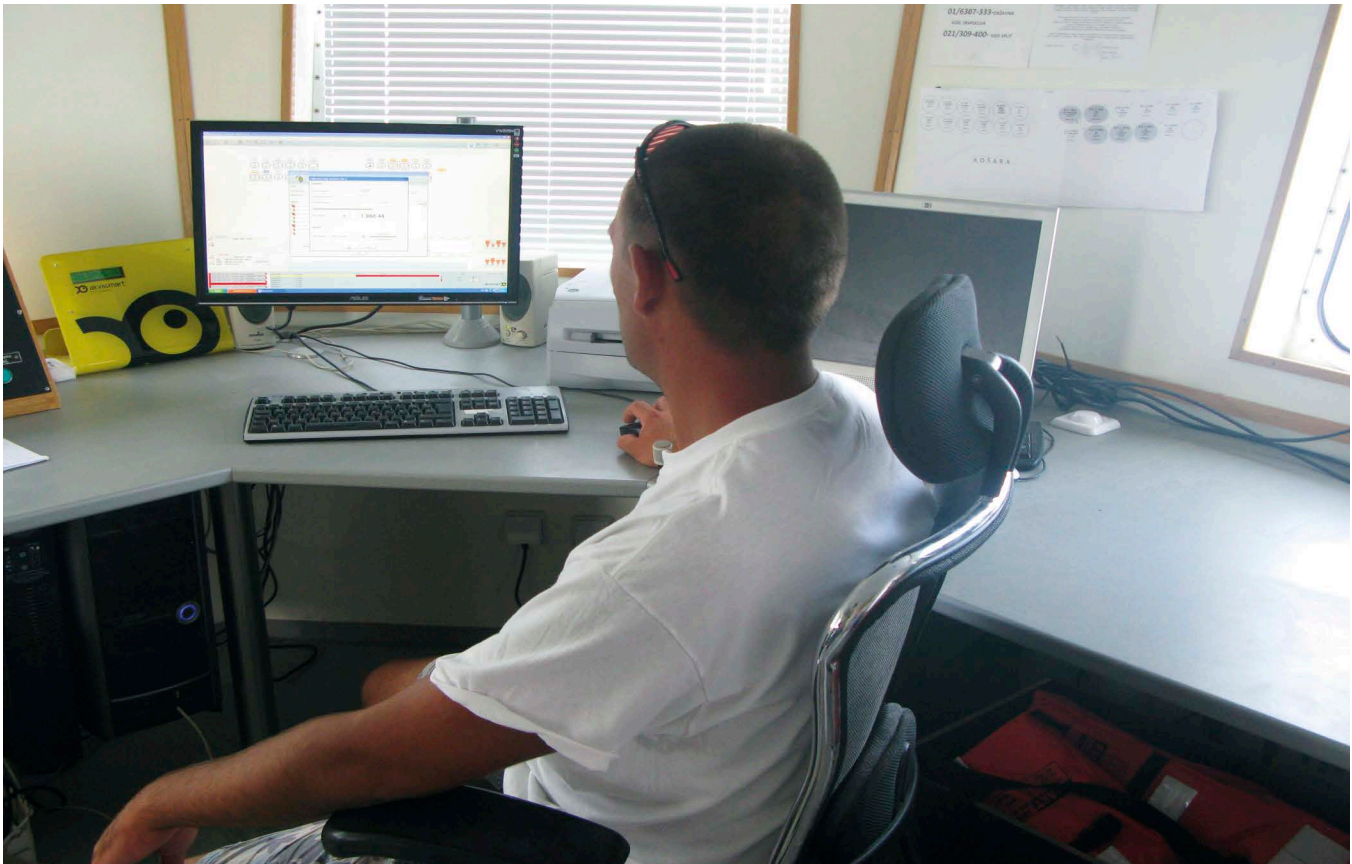
**Pierluigi Piras<sup>1</sup>, Gianfranco Mulas<sup>2</sup>,  
Maurizio Cossu<sup>3</sup>**

*1. Research doctorate school in production and safety of animal origin foodstuffs, University of Sassari*

*2. Environment service of the City of Portoscuso (for the anti-pollution plan of Sulcis-Iglesiente)*

*3. Experimental Zoophytoplactic Institute of Sardinia "G. Pegreff"*





I risultati ottenuti confermano il modello teorico di migrazione del Cadmio. Una concentrazione più elevata di questo contaminante è stata ritrovata alla foce di un piccolo corso d'acqua (Paringianu). La concentrazione di Cadmio nel fegato superiore di almeno 50 volte rispetto a quella riscontrata nel muscolo è da correlare con il livello di contaminazione ambientale. Si può affermare che gli elevati livelli riscontrati nel sedimento determinano una significativa concentrazione di questo metallo nel fegato in particolare in specie limivore e bentoniche come gli appartenenti alla famiglia dei Mugilidi che quindi rivestono un importante ruolo di indicatori ambientali.

Bisogna infine considerare che i livelli riscontrati in tutti i campioni non superano i limiti imposti per il cadmio per il muscolo del pesce ( $\leq 0.050$  mg/kg) e che quindi il consumo di tali soggetti per consumo alimentare non rappresenta un rischio per la salute umana.

**Pierluigi Piras<sup>1</sup>, Gianfranco Mulas<sup>2</sup>,  
Maurizio Cossu<sup>3</sup>**

1. Scuola di dottorato di ricerca in produzione e sicurezza degli alimenti di origine animale, Università di Sassari

2. Servizio ambiente del Comune di Portoscuso (per il piano di disinquinamento del Sulcis-Iglesiente)

3. IZS della Sardegna "G. Pegreffì"