

IL “RISCHIO CADMIO”: POSSIBILE PRESENZA
DEL METALLO IN PESCI DI ACQUA DOLCE DEI FIUMI
MARTA E MIGNONE AFFLUENTI NEL MAR TIRRENO
(ALTO LAZIO)

“ON THE CADMIUM RISK”: POSSIBLE PRESENCE OF METAL IONS
IN FRESH WATER RIVERS MARTA AND MIGNONE TRIBUTARIES
OF TYRREHENIAN SEA (ALTO LAZIO)

ANTONINO MARIANI ⁽¹⁾, ALESSIA MARIANI ⁽²⁾

RIASSUNTO

Gli AA. dalla ricerca hanno rilevato un forte inquinamento da Cadmio nei pesci del fiume Marta specialmente in fegati e reni di Cavedani e Anguille, non altrettanto nel fiume Mignone. Essi si ripromettono di ripetere la ricerca non solo controllando più pesci ma anche monitorando le acque dei due fiumi e dei loro piccoli affluenti.

Parole chiave: Cadmio, tossicità, pesci, alimentazione.

SUMMARY

The authors of the present contribution revealed a heavy Cadmium pollution in fishes of the Marta river, particularly in liver and kidney of cavedani and eels. This was not the case of Mignone river. The research will be continued not only in fishes, but monitoring the water of the rivers, as well as that of their little tributaries.

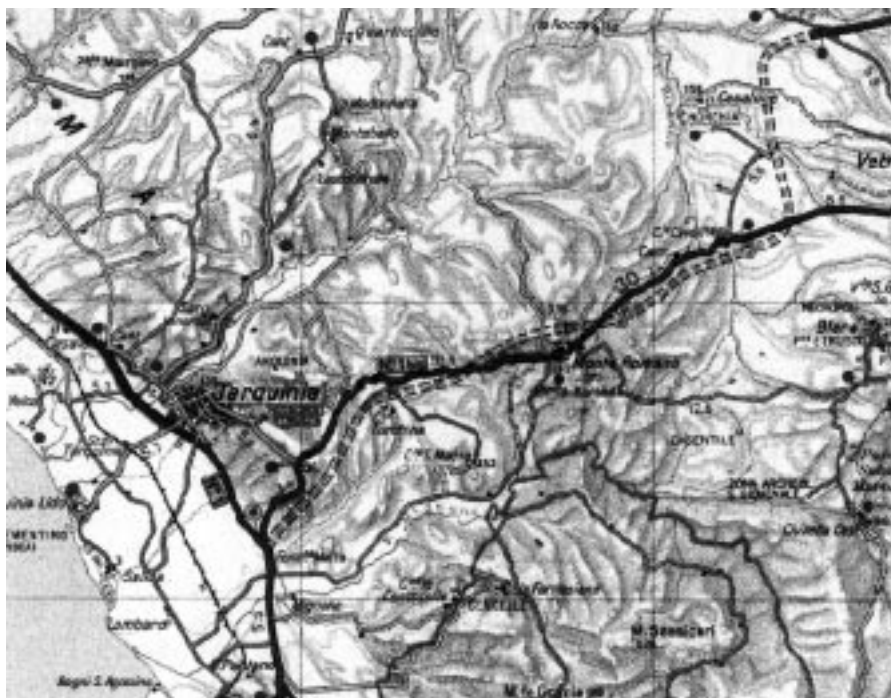
Key words: Cadmium, toxicity, fishes, nutrition.

INTRODUZIONE

Siamo stati stimolati ad eseguire le ricerche su l'eventuale presenza del Cadmio in pesci di acqua dolce perché al riguardo le notizie in letteratura sono scarsissime.

⁽¹⁾ Dip. Anatomia, Biochimica e Fisiologia Veterinaria - Direttore Prof. Carlo Benvenuti.

⁽²⁾ Dottoranda di ricerca in Etologia e Benessere del Cane, anno 2001.



Intossicazione da cadmio (Bremner, 1978; Cognetti e Goffredo, 1992; Friberg e coll., 1985)

Questo metallo pesante è divenuto un problema ambientale anche nelle nostre regioni da quando negli ultimi anni, l'attività antropologica (lavorazioni industriali, processi di combustione forte, intensa concimazione fosfatica specialmente per le colture di grano, spandimento dei rifiuti solidi e liquidi, accresciuta attività delle acque e dei suoli determinata dalla pioggia acida) ha aumentato la presenza del metallo nell'ambiente (La Manzia, 1990; Bressa, 1988; Anderson & Hahlerined, 1981). Si può determinare contaminazione dei fiumi attraverso il suolo, come nel nostro caso, se si fa forte uso di concimi fosfatici (Anderson & Hahlerined, 1987). Il Cd dei fosfati fertilizzanti è disponibile per grano, avena, foraggi in maniera simile alle acque di scolo.

L'azione tossica del metallo comporta un blocco dei gruppi sulfidrilici di proteine a funzione enzimatica importanti per l'organismo (Carpenè e coll., 1983). Inoltre il Cd, legandosi a proteine specifiche, danneggia la mucosa del tratto intestinale e respiratorio, il testicolo e in particolar modo il glomerulo renale con interessamento del tubulo

Proprietà della METALLOTIONEINA.

Induzione della sintesi della Metallotioneina da parte di certi metalli
 Basso peso molecolare (6000-7000)
 Alto contenuto di Cisteina (30%)
 Alto contenuto del metallo (5-10% w/w)
 Assenza dei legami sulfidrilici
 Assorbimento massimo a 250 nm Cadmio-Tioneina
 Stabilità al calore
 Localizzazione nel subcellulare citoplasmatico
 Sequenza unica dell'aminoacido (residui cisteinici)

(da Friberg Lars, 1985, vol. 1)

prossimale (Friberg Lars e coll., 1985). La maggior parte del metallo è trattenuto nel fegato e rene.

Alcune caratteristiche chimiche del metallo a volte “confondono” le strutture cellulari e permettono che venga confuso con il sistema calcio/calmodulina dipendente, come è stato osservato, in cellule di trota (*Salmo gairdneri*) (Richard, 1997). Nella carpa (*Cyprinum carpio*) (Kamaya & Chosol, 1998) esposta al Cadmio è stata osservata una conseguente diminuzione dello zinco e dell'attività dei metalloenzimi quali la fosfatasi alcalina. È stata individuata una distribuzione di cadmio, zinco, rame nel fegato di anguilla (Lambot e coll., 1978)

Interessanti sono i meccanismi di disintossicazione utilizzati dai molluschi per neutralizzare concentrazioni troppo elevate di metalli pesanti; in particolar modo è molto comune la produzione di granuli contenenti elevate quantità di questi elementi risultanti meno dannosi (Cognetti e coll., 1989; Orlando, 1985).

Barriera di difesa dell'organismo ed attività chelante.

La più comune chelazione che si conosce è la formazione di metallotioneine (Carpenè, 1996).

Immediatamente dopo l'esposizione al cadmio, il metallo passa nel fegato che viene così chelato dalla metallotioneina; il tutto entra nel fluido renale. Entro le cellule tubolari la metallotioneina si libera ed il solo Cd, libero nelle cellule, manifesta tutta la sua tossicità. L'esposizione al metallo sia per inalazione che per os può dare intossicazione acuta (Sorbini e coll., 1999). Si è riscontrato che una iniezione intramuscolare del metallo fa diminuire l'ingresso dello iodio nella tiroide (Pratima, 1997)

Interazione fra cadmio e zinco (Lambot e coll., 1978; Bruce e coll., 1986; Miller, 1973; Elinder e coll., 1975)

È di grande interesse. È stato dimostrato, dagli autori riportati, che somministrando sali di zinco prima o simultaneamente al Cadmio si ha un marcato effetto protettivo contro molte lesioni prodotte dal metallo stesso. I metalli detti anche di “transizione” vengono considerati come atomi singoli; essi non vengono metabolizzati, ma nella cellula si trovano legati a diverse componenti (metallocomplessi) che variano continuamente di struttura (Carpenè, 1987; Viarengo, 1988); possono trovarsi nelle acque allo stato ionico idratato che è solitamente la forma più tossica come complessi inorganici, come complessi organici metallo-chelati o in forma precipitata di ossidi e idrossidi.

Metalli tossici (Cadmio)

Il metabolismo del metallo è legato specialmente alla metallotioneina, come altrove abbiamo riportato. La tossicità del cadmio varia da specie a specie.

Tecniche per rilevare le Metallotioneine (Massacotelli e coll., 1991; Suzuli Kit, 1980)

- 1) Gel-filtrazione
- 2) Cromatografia a scambio ionico
- 3) Isoelettrofocusing
- 4) Metodi elettrochimici
- 5) Cromatografia in fase liquida
- 6) Spettrofotometria
- 7) Tecniche isotopiche (RIA)

Normalmente sono state accertate due *metallotioneine*: MT-1 e MT-2

Cadmio e salute

L'inhalazione dei composti del metallo porta ad effetti acuti e cronici del sistema respiratorio. Ciò può avvenire per i lavoratori di lega per saldature con materiali contenente il Cadmio (La Mantia, 1990).

E' stato documentato inoltre che l'esposizione al metallo può causare danni ai reni (Sgorbini e coll., 2000)

Friberg Lars e coll., 1985 misero in evidenza una proteinuria.

Effetto del Cadmio (concentrazione) su 1,25 di idrossicolecalciferolo nei mitocondri del rene di pulcino.

Cadmio (M)	1,25 DHCC (%)
0	65
25	38
50	17,2
60	13,3
75	9,7
100	6
125	2,3

A = La soluzione di Cadmio fu incubata con mitocondri per 3 minuti prima di aggiungere (3H)-25-HCC (da Friberg Lars, vol. 2).

Piscator e coll. (1985) misero in evidenza glicosuria in animali trattati con Cadmio ed una limitazione del rene a riassorbire il glucosio.

Diminuzione degli effetti tossici del cadmio, con stoccaggio nella corteccia renale, sembra che aumenti con l'aumento di zinco nella corteccia stessa; tutto collegato alla funzione competitiva nella formazione delle metallotioneine.

Cadmio: effetti sulle ossa, vit. D₃ e sul metabolismo del calcio (Kanis e coll., 1981)

La concentrazione di cadmio nelle ossa è molto più bassa rispetto agli altri tessuti. L'esposizione al metallo può influenzare numerosi meccanismi nel metabolismo del calcio, della Vit. D₃; è di particolare importanza negli avvelenamenti perché il rene è il principale organo di trasformazione ed assorbimento della vitamina.

Danno renale (Schlank, 1998; Guidi e coll., 1997; Squibb e coll., 1985; Fonlkes, 1983)

Per assunzioni protratte di dosi sub-tossiche del metallo, negli animali (compresi i pesci) è stato dimostrato che il rene è il centro focale dell'intossicazione e l'organo più danneggiato. Il cadmio si localizza a livello della corticale e precisamente nel tubulo prossimale. L'effetto cronico si manifesta con una proteinuria da proteine di cellule renali danneggiate. Nell'uomo il danno tubolare si manifesta quando la concentrazione di metallo nella corticale supera 200-250

mcg/gr di tessuto fresco. La patologia ha un quadro che rispecchia la sindrome di Falconi che è tipica delle intossicazioni da metalli pesanti. Essa si presenta con glicosuria normoglicemica, aminoaciduria, fosfatemia, acidosi tubolare prossimale. Il ridotto riassorbimento del sodio si associa ad ipercalcemia. La proteinemia di tipo tubolare è caratterizzata da proteine a basso peso molecolare (β_2 microglobuline e retinol binding protein). Nelle urine si possono rilevare enzimi non adeguatamente riassorbiti (lisozima) derivanti dalla citolisi delle cellule tubolari (α -glucosidasi). Dal punto di vista istologico la nefropatia da cadmio è di tipo interstiziale; è caratterizzata da fibrosi più o meno estesa con ispessimento della membrana basale, atrofia cellulare, dilatazione luminale con rigonfiamento mitocondriale.

Esistono numerose ricerche sulla rilevanza di cadmio in organismi acquatici (Dalla Via, 1989; Oryon, 1997; Ramesha e coll., 1997; Carpenè e coll., 1987; Stedman, 1991; Orru, 1994; Dallinger e coll., 1989; Thomas e coll., 1983; Regolo & Principato, 1995; Stornelli e coll., 2001; Battaglini, 1995; Regoli, 1994a).

Sono stati rilevati effetti carcinogenetici e mutagenetici da cadmio (Degraeve, 1981 - rassegna; Migliore, 1990;) con deformazione anche dello scheletro (Becton, 1979; Yoshitomi, 1998; Balmon & Nordley, 1981; Bechnon e coll., 1980; Ramaya, 1972; Soratan e coll., 1985)

Malattia ITAI-ITAI (Hagino, 1967)

È una malattia reumatica con forte dolore data anche dal cadmio. I dati clinici dimostrano che essa può essere classificata come una interazione fra osteomalcia ed osteoporosi. Si riscontra carenza di vit D₃ e demineralizzazione dell'osso.

La maggior parte dei ricercatori (Cognetti e coll., 1989; Orru, 1994; Lenzi, 1990; Orlando, 1985; Frankenn e coll., 1980; Gerorge e coll., 1979) hanno usato molluschi come bioindicatori; ormai è risaputo che essi sono gli invertebrati che attraverso le acque filtrano molto metallo. Al riguardo interessanti sono le ricerche di Viarengo e coll., 1985 i quali hanno saggiato l'effetto cadmio come inquinante.

Interazione tra Cadmio e Selenio (Bremner, 1978; Gumm e coll., 1968)

Ricerche su pesci ed animali hanno rivelato l'effetto protettivo dei composti di Selenio sulla tossicità del metallo. Con simultanea o pre-

Tab. I. Effetti dell'esposizione cronica al Cadmio in funzione del dosaggio e della modalità di esposizione (da Friberg Lars e coll., 1985).

Modo di esposizione al cadmio ⇒ Dosaggio ↓	Inalazione	Ingestione
Basse dosi	Danni del tubulo prossimale Stoccaggio nel rene e nel glomerulo Cambiamento del metabolismo del calcio Malattia ostruttiva polmonare	Idem Idem Idem Danno alla mucosa intestinale
Alte dosi	Cancro prostatico (?) Cancro polmonare (?) Anemia Osteomalacia Osteoporosi	Idem Idem Idem Atrofia delle cellule del testicolo

FIUME MIGNONE

Pescato da maggio a settembre

Pescato da novembre a maggio

Fegato

Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg	Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg
1) Barbo (7)		6,0	1) Barbo (6)		8,7
2) Cavedano (4)		2,1	2) Cavedano (4)		12,0
3) Anguilla (4)		1,3	3) Anguilla (5)		3,0
4) Arborella (7)		0,7	4) Arborella (6)		13,0
5) Trota (5)		2,1	5) Trota (5)		8,0
6) Coregono (3)		7,1	6) Coregono (4)		7,0
7) Persico (4)		1,8	7) Persico (4)		5,0

Rene

Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg	Specie	Cd	mcg/kg
1) Barbo (5)		5,0	1) Barbo (6)		2,7
2) Cavedano (4)		10,0	2) Cavedano (5)		30,3
3) Anguilla (5)		7,0	3) Anguilla (4)		17,1
4) Arborella (6)		2,7	4) Arborella (6)		6,3
5) Trota (5)		5,0	5) Trota (5)		6,3
6) Coregono (4)		25,0	6) Coregono (5)		17,1
7) Persico (5)		10,2	7) Persico (5)		6,0

FIUME MARTA

Fegato

Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg	Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg
1) Barbo (5)		4,1	1) Barbo (5)		2,1
2) Cavedano (4)		33,1	2) Cavedano (4)		30,5
3) Anguilla (4)		60,7	3) Anguilla (4)		25,3
4) Arborella (7)		6,0	4) Arborella (6)		1,1
5) Trota (5)		10,3	5) Trota (6)		6,3
6) Coregono (3)		69,5	6) Coregono (4)		33,1
7) Persico (5)		3,0	7) Persico (5)		6,0

Rene

Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg	Specie (n° campioni)	Cd	mcg/kg
1) Barbo (5)		3,4	1) Barbo (5)		2,7
2) Cavedano (4)		49,6	2) Cavedano (4)		30,3
3) Anguilla (4)		60,7	3) Anguilla (4)		35,7
4) Arborella (6)		7,2	4) Arborella (7)		6,3
5) Trota (5)		10,3	5) Trota (5)		6,3
6) Coregono (4)		69,5	6) Coregono (4)		33,1
7) Persico (5)		3,0	7) Persico (4)		6,0

N.B: le analisi sugli organi di pesce sono state eseguite dell'ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana) di Pisa.

Il dato sperimentale viene dalla riunione dei singoli campioni di tessuto (fegato-rene) in un unico campione analizzato. Il valore pertanto descrive il contenuto medio dell'analita nella popolazione dei campioni esaminati.

cedente iniezione di composti di Selenio, si previene la necrosi testicolare (Kar e Das, 1960; Whanger, 1979) e placentare (Parizek e coll., 1968).

Inoltre con il selenio alcuni ricercatori hanno osservato protezione dagli effetti tossici del cadmio anche sulle cellule beta pancreatiche (Merali & Sigal, 1976).

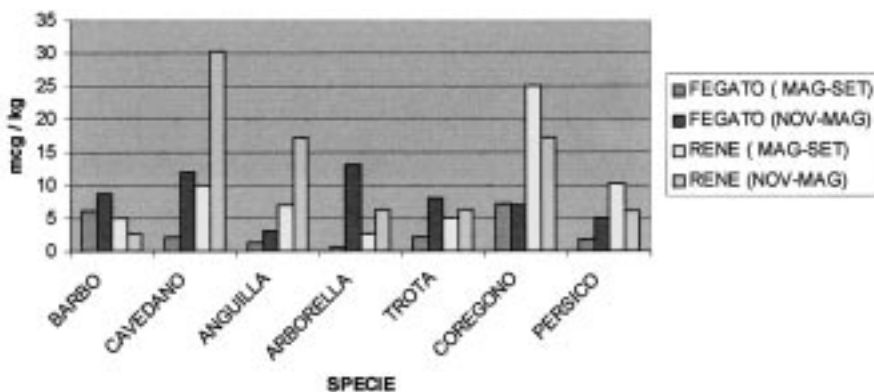
MATERIALI E METODI

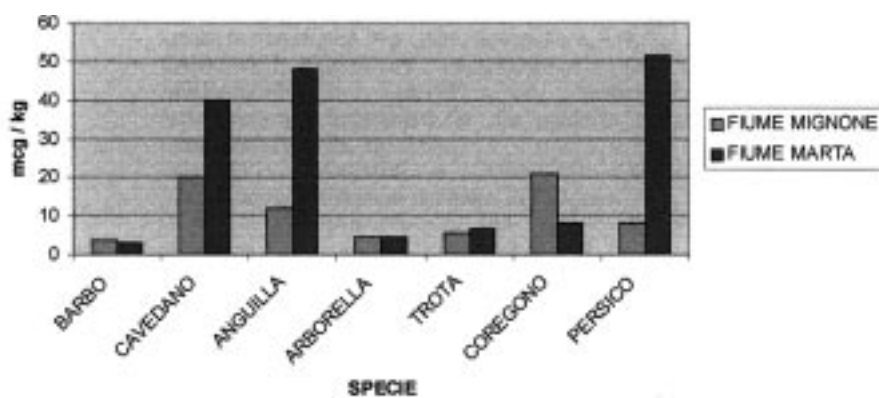
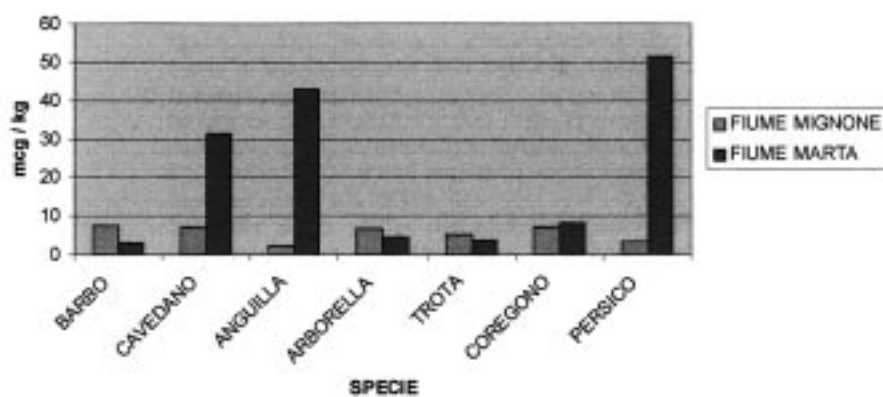
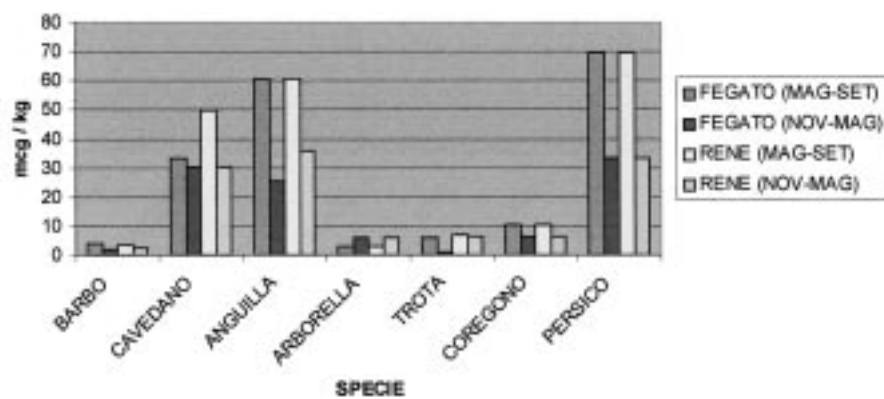
Abbiamo operato in loco nella zona dell'Alto Lazio; il pesce veniva fornito da un gruppo di pescatori e dopo etichettatura di specie abbiamo prelevato il fegato ed il rene; il materiale è stato poi omogeneizzato; il soprannatante veniva utilizzato per isolare il metallo tramite spettrofotometria ad assorbimento atomico con fornetto di grafite.

Le analisi sono state eseguite dall'ARPAT provinciale di Pisa.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Comparando la tabella acclusa dove sono espresse le concentrazioni di cadmio (mcg/Kg) e i diagrammi delle medie dei vari periodi di pesca abbiamo rivelato che specialmente nel fiume Marta il pesce analizzato (in particolare il rene dei cavedani ed anguille) presenta elevate concentrazioni del metallo, tali da rendere il fiume fortemente inquinato non pescabile; mentre il pesce del fiume Mignone non





mostra generalmente inquinamento. Per spiegare questi risultati c'è da tener presente che presso il fiume Marta c'è la vicinanza di una cartiera funzionante e che l'alveo dello stesso fiume attraversa terreni con colture di grano e foraggio a concimazioni molto spinte; inoltre lo stesso fiume ha come affluenti fiumiciattoli (Traponzo, Blerano) che attraversano piccoli paesi senza depuratore.

Con questi risultati, è necessario ripetere le prove, controllando più pesci ed analizzando le acque non solo dei due fiumi ma anche dei loro piccoli affluenti per avere una risposta più completa.

Nel quadro delle contaminazioni ambientali e della sicurezza alimentare, il "rischio cadmio" assume un ruolo di sempre maggior interesse e perciò il veterinario dovrà dedicare la dovuta attenzione che parte da una completa conoscenza delle caratteristiche tossicologiche del metallo peraltro molto complesse ed inoltre padronanza igienico-ispettiva con la conoscenza delle varie leggi, normative circolari degli organi veterinari centrali.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON A. e HAHLERENED C.D. (1981). Effects from phosphorus in field experiments. *Environ, Health pesticides*, 60, 87.
- ANDREANI G., CARPENÈ E., SERRA R., KINDE M., MAGNI R., ISAMI G. (2000). Distribuzione di elementi traccia (Zn, Cu, Fe, Cd) in tessuti di uccelli selvatici della laguna di Venezia e delle ville del Quaderno. *Laguna*: 20-25.
- BALMON S., NORDLEY C.F. (1980). Proceedings of work-shop conference in the role of metals in carcinogenesis. Atlanta-Georgia
- BATTAGLINI P. (1995). Sul processo di detossificazione del cadmio in *Carassius auratus* L. *S.I.S.Vet.*
- BECTON B.E. (1979). Biological variability especially skeletal deformation in marine pollution. *Phyl. Trans. R. Soc. London*, 286, 457.
- BELMON S., NORDBERG G.F. (1980). Proceedings of work-shop conference in the role of metals in carcinogenesis. Atlanta-Georgia; *Environ. Health Pespct*, 40, 1-42.
- BREMNER J. (1978). Cadmium toxicity (rassegna). *Wed. Rev. Nutr. Diet.*, 32, 165.
- BRUCE A., FOOWLER and MEGGINSON MICHAEL M. (1986). Isolation and partial characterization of a high molecular weight Cd/Zn-binding protein from the kidney of the scallop *Plecten magellanus*. Preliminary studies. *Environ. Health perspectives*, 65, 199-203.
- CHANG M.N. (1997). Effects of Cadmium on the kinetics of calcium uptake in tilapia. *Fish Phys. And Biche*, 16, 6, 459.
- CARPENÈ E., CORTESI P., TACCONI S., CATTANI O., ISANI G., SERRAZZANETTI G.P. (1987). Cd Methallothionein and metalloenzymes interactions in the goldfish.

- fish (*carassius orata*). Com. Bioch. Phys. 86, 267-272.
- COGNETTI GIUSEPPE e COGNETTI GOFFREDO (1992). Inquinamento e protezione del mare. Ed. Calderini.
- CONSINS R.J., BARBER A.K., TROUT J.R. (1973). Cadmium toxicity in growing swing J. Nutri. 103, 964-72.
- DALLINGER E., CARPENÈ E., DALLA VIA G.J., CORTESI P. (1989). Effects of Cadmium on murew trunculus from the Adriatic sea. I. Accumulation of metal and binding to a metallothionin-like protein. Arch. Env. Cont. Tox., 18, 554.
- DMET P., BERNAR D., HIRCH F., WELLING J.J., GENGOUX P., MAHIEU P., BIRCKERLAND S. (1982). Immunologically mediated glomerulonephritis induced by heavy metals. Arch. Tox. 50, 187-194.
- DEGREAVE N. (1981). Carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects of Cadmium. Mut. Res. 86, 115-136.
- FONLKES E.C. (1983). Nature of inhibition of renal aspartats malsorption in experimental Falconi syndrome Toxicol. Appl. Pharm, 1971, 445-450.
- FRIBERG L., ELINDER C.G., KJELLSTROM T., NORBERG G.F. (1985). Cadmium and health: a toxicological and epidemiological appraisal 1, 2 - CRC Press-Florida.
- GUIDI G., SGORBINI M., BUONACCORSI A., LAMPUGNANI L., MASCHERPA M. (1997). Indagine sulle nefropatie da cadmio in ruminanti a rischio di contaminazione. Atti S.I.S.Vet. 1997.
- GUNNS A. (1970). Maintenance of structure of function of caudal epididymus and contained spermatozoa by testosterone follow cadmium-induced testicular necrosis in the rat. J. Rep. Fer. 21, 443-448.
- KAMAYA CHLOSAL T.H. (1998). Effects of manson on the border of cadmium and growth of common carpa (*cyprinus carpio*). Acqua research, 29 8, 557.
- KANIS J.A., BROWN C.B., CAMESON E.C., CUNDY T., PLATTSM M., PATERSON A., RUSSEL R.G.G. (1981). The role of Vit. D metabolism in the osteomalacia of renal disease creat. Med. Res. Opin., 7, 294-315.
- KAR A.B., DAS R.P., MUKERJI F.N.I. (1960). Prevention of cadmium induced changes in the gonads of rats by zinc and selenium. Proc.Nat.Inst. Sci. Biol. 26 B, 40-50.
- LA MANZIA F.P. (1990). Riciclo di materiali plastici. In: Le materie plastiche e l'ambiente, Ed. Grafis, Bologna 89, 104.
- LENZI P. (1990). Caratterizzazione e confronto di proteine leganti metalli pesanti, purificate da mantelli di ghiandole digestive di *Mythilus galloprovincialis* (tesi di laurea).
- MAZZACUTELLI A. (1991). Investigation of organometalli in the marine ecosysteme by performance liquid chromatography with inductivity colpled plasma atomic emission spectrometric and elettrochemical detection. Anal. Proc., 28, 79.
- MERALI Z., SINGAL R.L. (1976). Prevention by zinc od cadmium induced alterations in pancreatic and hepatic functions. Br. J. Pharma., 57, 573-579.
- MILLER W.G. (1973). Dinamic of absorption rates endogenous escretion, tissu turnover and homeostatic control meccanism of zinc, cadmium, manganese and nichel in ruminants. Fed. Proc., 32, 1915.
- MIGLIORE L. (1990). Detection of mutagenic, carcinogenic on froncts. Marine Environment.

- ORLANDO E. (1985). Valutazione dell'inquinamento marino dei metalli pesanti tramite l'uso di indicatori biologici. *Oebalia* II, 93.
- ORRÙ A. (1994). Determinazione dei livelli di contaminazione da Cadmio in crostacei. *Bull-Chim. Igie.*, 45, 657.
- PARIZE K.J.J., OSTADALOVA I., BENES I., BABICK Y.A. (1968). Pregnancy and trace elements: the protective effect of components of an essential trace element Selenium against the peculiar toxic effects of cadmium during pregnancy. *J. Reprod. Fert.*, 16, 507.
- PATRIMA GESPTA (1997). Influence of cadmium in thyroid hormone concentrations and lipid peroxidation in a fresh water fish batrache. *Envir. Bull*, 6, 7.
- PISCATOR M. (1975). Cadmium in the Environment III, ERA 650/2-75-049. Friberg L., Kiellstrom T., Nrberg and Piscator M. Eds, U.S. Environment protection agency; Washington D.C.
- POZZALI U., RATTOZZI C., TOZZINI F. (1995). Residui involontari nelle carni equine: il cadmio. *Il Progresso Vet.*, 2, 53-57.
- RAMAY L.K., POMERANTZEVA M.D. (1977). Investigation of cadmium chlorid mutagenic effect on germ cells of mice. *Genetika*, 13, 590.
- RAMESHA A.M. (1997) Combined toxicity of mercury and cadmium to the carp (*Cyprinus carpio*). *J. If. Envir. Science and health*, 32, 3, 621.
- REGOLI F. (1992). Risposta lisosomiale come indice sensitivo allo stress nel biomonitoraggio nell'inquinamento dei metalli pesanti. *Marine Ecology-Progress Series*, 84, 63.
- RICHARD A.C. e coll. (1998). Effects of subchronic exposure to cadmium cloruro on endocrine and metabolic function in *rainbow trout* *Archiv. of Env. Cont. and Toxic.*, 34, 4, 377.
- SCHLAN K 1998 Cadmium induced changes in histology of kidney common carp (*Cyprinus carpio*) *Bull. Og. Envir. Cont. and Toxic.*, 58, 456.
- SCORBINI M., GUIDI G., TOGNETTI R., BUONACCORSI A. (2000). Correlazione tra la concentrazione del Cadmio nel sangue e nell'urina vs proteinuria (Pr) in bovini ed ovini residenti in zone a rischio di contaminazione. *Large Animals Review* anno 6 num 5.
- SINGAL R.N., JAN (1997). Cadmium induced changes in histology of kidneys in common carp (*Cyprinus carpio*). *Bull. Env. Cont. and Toxic.*, 583.
- SLORRIK D.M. (1981). Deficient production of 1, 25-dehydroxy-vit D. in elderly osteopathic patients. *New Engl. J. Med.*, 305.
- SORAHAN T., WATERHOUSE J.A.H. (1985). Cancer of prostate among nickel-cadmium battery-worker. *Lancet*, 23, 459.
- STORNELLI M.M., GIACOMINELLI STUFFLER R., MARCOTRIGGIANO G.O. (2001) Residui dei metalli pesanti in esemplari di *lophius boudecassa* (razza pescatrice) nel mare Adriatico. *Atti della Soc. Ital. delle Scienze Vet.*, vol. LV, 2728.
- SUZUKI K.T. (1980). Direct connection of high speed liquid chromatograph to atomic absorption spectrophotometer for metallothionein, 102, 31.
- THOMAS D.G., SOLBE J.F., KAY J., CRYER A.A. (1983). Environmental cadmium is not sequestered by metallothionein in rainbow trout. *Bioch. Bioph. Reserch Comm.*, 110, 584.
- USAI A. (1995). Piano di monitoraggio su carni di equini macellati in Sardegna ai fini della verifica della contaminazione da cadmio. *Reg. Sardegna*.

- VIARENGO A. (1985). Biochemical effects of trace metals. *Mare Poll. Bull.*, 16, 41.
- VIARENGO A., PERTICA M., MANCINELLI G., ZAMCHI G., BONQUEGNEAU J.M., OMNESES M. (1988). Integrate cellular stres indices in trace metal contamination critical evalutation in a field study. *Marine Ecology-Progress Series*, 46, 65-70.
- WANGH P.D. (1979). Cadmium effects in rats on tissue iron, selenium, and blood pressure: blood and rair cadmium in some organ resident.
- WEBB M., CAIN K. (1982). Commentary-Function of metallothionein. *Bioch. Pharmacol.*, 31, 137-142.
- WOFFORD H.W., PEV T. (1984). Interaction in stipted mulled (*mugil cephalus A*). *Marine Environ, Res.*, 14, 142.