Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 87 (1996)

Heft: 2

Artikel: Contaminanti organici, inorganici e radionuclidi nell'ittiofauna dei laghi Ceresio e Verbano (bacini svizzeri) = Organic and inorganic pollutants and radionuclides in the ichthyofauna of the lakes Ceresio and Verbano (Swiss basins)

Autor: Ceschi, Michele / Rossa, Marco de / Jäggli, Mario

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982079

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Trav. chim. aliment. hyg. **87**, 189–211 (1996)
Présenté le 16 octobre 1995. Accepté le 22 février 1996

Contaminanti organici, inorganici e radionuclidi nell'ittiofauna dei laghi Ceresio e Verbano (bacini svizzeri)

Organic and Inorganic Pollutants and Radionuclides in the Ichthyofauna of the Lakes Ceresio and Verbano (Swiss Basins)

Key words: Chlorinated Pesticides and PCBs, Nitro musks, Heavy metals, Radionuclides, Ichthyofauna of the lakes Ceresio and Verbano

Michele Ceschi, Marco De Rossa e *Mario Jäggli*
Laboratorio cantonale, Lugano

Introduzione

E' noto che nei pesci di acqua dolce può essere riscontrata una vasta gamma di contaminanti, che in zone densamente popolate o con intensa attività agricola o industriale, raggiungono talvolta livelli elevati (1–5).

Negli scorsi anni sono state effettuate soprattutto nel lago di Lugano numerose indagini sulla contaminazione radioattiva nei pesci (6, 7). Sempre nel Ceresio sono poi stati svolti studi riguardanti la contaminazione della fauna ittica sia da metalli pesanti, sia da policlorobifenili e da pesticidi organici clorurati (8, 9).

Non siamo invece a conoscenza di ricerche simili nel lago Maggiore, e a tutt'oggi non è inoltre ancora stata effettuata, sui pesci dei laghi ticinesi, alcuna indagine riguardante i muschi nitroaromatici sintetici.

Quale organo di controllo delle derrate alimentari siamo quindi stati motivati ad effettuare un'ampia indagine, allo scopo di ottenere una visione aggiornata relativamente ai contaminanti indicati, pur non costituendo il pesce di lago un alimento rilevante della nostra popolazione.

Nei laghi del canton Ticino vengono annualmente pescati tramite reti circa 90 000 kg (49 993 kg nel Ceresio e 41 441 kg nel Verbano nel 1993) di pesci di diverse specie (10).

Parte sperimentale

Durante i mesi da giugno a novembre 1993 è stata organizzata la cattura mediante reti di complessivamente 223 campioni di pesci di diverse specie.

Per il lago di Lugano (Ceresio) si è trattato in particolare di 105 esemplari (agone, alborella, bottatrice, cavedano, lucioperca, persico sole, persico trota, pesce persico, piotta, trota) pescati sia nel bacino nord (Caprino, Cantine di Gandria, San Domenico, Castagnola), sia nel bacino sud (Melide, Bissone, Melano) e nel golfo di Agno e inoltre di 14 campioni di gamberi di lago (Melano).

Nel lago Maggiore (Verbano) sono stati pescati 104 campioni di pesci (agone, bondella, luccio, lucioperca, persico sole, persico trota, pesce persico, savetta alosa, trota) alla foce della Verzasca, a Magadino, a Locarno, ad Ascona, a Porto Ronco, a Brissago e alle isole di Brissago.

A seguito delle rilevanti concentrazioni in DDT osservate in questa prima campagna negli agoni del lago Maggiore, sono poi stati effettuati ulteriori campionamenti durante i mesi di ottobre/novembre 1995, consistenti nella pesca in 6 punti diversi (Ranzo, San Nazzaro, Bolle di Magadino, Muralto/Tenero, Ronco s/Ascona e Brissago), a distanza di circa 2 settimane tra una campagna e l'altra, di ulteriori 18 campioni di agoni, ciascuno costituito da un pool di 15 pesci, per un totale quindi di 270 esemplari (cfr. tabella 1).

Appena consegnati al laboratorio, i campioni sono stati pesati e misurati. Dopo averne tolto la pelle, i pesci, ad eccezione delle alborelle direttamente omogeneizzate dopo eviscerazione quale campione misto di circa $^1/_2$ kg, sono stati singolar-

Tabella 1. Specie ittiche e crostacei catturati

Campagna 1993					
Lago Ceresio			Lago Verbano		
Agone	*Alosa fallax lacustris*	6	Agone	*Alosa fallax lacustris*	22
Alborella	*Alburnus albidus alborella*	6	Bondella	*Alosa alosa alosa*	19
Bottatrice	*Lota lota*	4	Luccio	*Esox lucius*	1
Cavedano	*Leuciscus cephalus*	3	Lucioperca	*Stizostedion lucioperca*	7
Lucioperca	*Stizostedion lucioperca*	16	Persico sole	*Lepomis gibbosus*	20
Persico sole	*Lepomis gibbosus*	21	Persico trota	*Micropterus salmoides*	1
Persico trota	*Micropterus salmoides*	11	Pesce persico	*Perca fluviatilis*	15
Pesce persico	*Perca fluviatilis*	17	Savetta alosa	*Chondrostoma soetta*	3
Piotta	*Scardinius erythrophthalmus*	4	Trota	*Salmo trutta*	16
Trota	*Salmo trutta*	17			
Gambero di lago	*Stacus astacus*	14			
Campagna 1995					
			Agone	*Alosa fallax lacustris*	270

mente filettati ed omogeneizzati con un omogeneizzatore Polytron®, mentre dei singoli gamberi è stata omogeneizzata solamente la polpa. Gli agoni della seconda campagna, dopo il trattamento suddetto, sono invece stati omogeneizzati con un mixer Büchi B-400 quali campioni misti costituiti ciascuno da 15 pesci.

I campioni così ottenuti sono poi stati ripartiti, a seconda della disponibilità di materiale, in più porzioni per le diverse determinazioni elencate in seguito.

Contaminanti organici: pesticidi clorati (HCB, gamma-HCH, o,p'-e p,p'-DDT/-DDE/-DDD), bifenili policlorati (PCB-28, -52, -101, -138, -153 e -180) e composti nitroaromatici sintetici (muschio ambretta, chetone, moschene e xilene) sono stati determinati su 125 esemplari della prima campagna, rispettivamente su 18 campioni misti della seconda.

A 50 g di campione omogeneizzato sono state aggiunte quantità note di PCB-167 quale standard interno. Si è quindi proceduto all'estrazione con acetone e diclorometano secondo *Steinwandter* (11), determinando parallelamente anche la percentuale in grasso del campione.

Il grasso, ridisciolto in un volume opportuno di cicloesano-acetato d'etile 1:1, è stato passato su colonna di gel di polistirolo, purificando e frazionando poi ulteriormente l'estratto su minicolonna di gel di silice (12–15).

I contaminanti sono quindi stati determinati per gascromatografia ad alta risoluzione su colonna DB™-5ms, 25 m, 0,20 mm Øi, 0,33 µ, con detettore a selezione di massa in tecnica SIM, rispettivamente su colonna DB™-5, 60 m, 0,25 mm Øi, 0,25 µ, operando con idrogeno quale gas di trasporto, con detettore ECD. In entrambi i modi gli estratti sono stati iniettati direttamente in precolonna disattivata da 2,5 m e 0,53 mm Øi, con programmazione sia del forno, sia dell'iniettore (16–22).

L'affidabilità dell'esecuzione è stata regolarmente verificata con l'analisi di opportuni materiali di referenza certificati.

Metalli pesanti: sono stati determinati sulla totalità dei 223 campioni della prima serie. Aliquote di circa 1 g di parte edibile fresca sono state mineralizzate sotto pressione con apparecchio a microonde, in contenitori chiusi in teflon, utilizzando acido nitrico e perossido di idrogeno ultrapuri quali ossidanti (23, 24).

Dopo raffreddamento i campioni mineralizzati sono stati diluiti con acqua ultrapura per la determinazione di cadmio, cromo, piombo e rame per spettrofotometria ad assorbimento atomico con fornetto di grafite, modificatore al fosfato d'ammonio e correzione al deuterio (23, 25–27), dello zinco mediante tecnica a fiamma ad ariaacetilene (23, 28), mentre il mercurio è stato determinato con la tecnica a vapori freddi dopo riduzione con boroidruro di sodio (24, 29, 30).

L'affidabilità dell'esecuzione è stata regolarmente verificata con l'analisi di opportuni materiali di referenza certificati.

Radionuclidi: Cs-134 e Cs-137 sono stati determinati per spettrometria gamma con detettore HPGe su 69 campioni della prima serie.

Risultati e commento

Contaminanti organici

Pesticidi clorati

1. HCB

Nei pesci del lago di Lugano la contaminazione è risultata praticamente nulla, con valori medi complessivi di 0,2 µg/kg e con un massimo di 2,2 µg/kg in una trota. In quelli del lago Maggiore si sono osservati valori leggermente più alti, con una media complessiva di 13,8 µg/kg e con un valore massimo di 72,3 µg/kg per un agone. Escludendo i 13 campioni di agoni la media complessiva per gli altri 41 campioni si riduce a 5,8 µg/kg (cfr. tabella 2).

In entrambi i laghi la concentrazione in esaclorobenzene è quindi risultata ampiamente inferiore al valore limite di 0,1 mg/kg fissato dall'Ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti presenti negli alimenti del 26 giugno 1995, OSoE (31).

Nel Ceresio i minimi tenori in HCB sono risultati simili a quelli (media 0,5 µg/kg – massimo 1,9 µg/kg) riscontrati da *Zilli* (9). Nel Verbano è evidente una maggior contaminazione dei pesci, paragonabile, ricalcolando i valori in base a un contenuto medio in grasso del 15% per gli agoni e del 3% per lavarelli e trote, a quella riscontrata da Cantoni et al. (32) nel lago di Como (media 44 µg/kg grasso per gli agoni e 5 µg/kg per i lavarelli) e in trote lacustri di origine non specificata (6 µg/kg grasso).

2. Gamma-HCH

Nei pesci del lago di Lugano sono state misurate concentrazioni medie complessive di 1,2 µg/kg, con un massimo di 4,7 µg/kg per una trota.

In quelli del lago Maggiore la media complessiva è stata di 1,6 µg/kg con un massimo di 5,4 µg/kg per un agone (cfr. tabella 2).

La concentrazione in gamma-HCH, simile nei 2 laghi, è quindi risultata ampiamente inferiore al valore limite di 0,1 mg/kg indicato dall'OSoE per la somma di tutti gli isomeri dell'esaclorcicloesano.

I tenori riscontrati nei 2 laghi sono simili a quelli misurati mediamente da *Zilli* (9) nei pesci del Ceresio (media 0,8 µg/kg – massimo 4,8 µg/kg), e paragonabili, ricalcolando i valori in base a un contenuto medio in grasso del 15% per gli agoni, e del 3% per lavarelli e trote, a quelli riscontrati da Cantoni et al. (32) nel lago di Como (media 12 µg/kg per gli agoni e 1 µg/kg per i lavarelli) e in trote lacustri di origine non specificata (3 µg/kg).

Tabella 2. Media, minimo, massimo, mediana, deviazione standard e coefficiente di variazione percentuale complessivi dei contaminanti organici nei pesci del Ceresio e del Verbano (Campagna 1993)

Pesci Ceresio							Pesci Verbano						
No. campioni 71							No. campioni 54						
	Media	Min.	Max.	Mediana	Dev.St.	CV%		Media	Min.	Max.	Mediana	Dev.St.	CV%
	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce			µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	
p,p'-DDE	19,1	0,9	129,8	8,6	29,2	153,0	p,p'-DDE	572,5	4,9	2874,2	359,4	678,5	118,5
o,p'-DDE	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	232,9	o,p'-DDE	6,2	0,0	24,7	2,2	7,7	123,8
o,p'-DDT	0,5	0,0	4,0	0,3	0,8	147,7	o,p'-DDT	6,6	0,0	33,8	2,9	9,0	136,0
p,p'-DDT	1,1	0,0	9,4	0,6	1,6	146,9	p,p'-DDT	14,8	0,0	63,3	8,7	17,1	115,8
o,p'-DDD	0,4	0,0	2,8	0,2	0,6	131,6	o,p'-DDD	15,5	0,0	60,2	8,9	17,4	111,7
p,p'-DDD	2,3	0,0	20,5	1,2	3,2	139,5	p,p'-DDD	15,7	0,0	53,1	10,3	14,2	90,6
Totale DDT	23,5	1,3	145,6	10,7	32,7	139,1	Totale DDT	631,4	8,1	2915,1	393,2	722,9	114,5
HCB	0,2	0,0	2,2	0,0	0,5	250,2	HCB	13,8	0,0	72,3	9,5	16,9	122,4
Gamma-HCH	1,2	0,0	4,7	0,6	1,1	92,1	Gamma-HCH	1,6	0,1	5,4	1,1	1,5	98,0
PCB-28	1,0	0,0	4,3	0,6	1,2	117,5	PCB-28	2,2	0,0	7,5	1,3	2,5	116,6
PCB-52	1,8	0,0	9,2	1,0	2,2	117,9	PCB-52	3,7	0,0	12,6	2,5	3,6	95,1
PCB-101	7,5	0,0	49,8	3,5	10,3	138,2	PCB-101	15,0	1,9	46,9	9,1	14,4	96,6
PCB-138	12,7	1,0	99,6	6,0	19,0	149,5	PCB-138	24,2	2,1	83,1	14,4	22,8	94,2
PCB-153	15,2	0,9	124,4	6,5	23,8	156,4	PCB-153	29,1	4,2	100,3	18,4	26,5	91,3
PCB-180	5,6	0,0	52,3	2,5	8,9	159,9	PCB-180	10,6	0,0	38,8	7,5	9,1	86,1
Σ 6 PCBs	43,8	2,8	336,1	19,1	64,2	146,5	Σ 6 PCBs	84,8	11,3	276,6	52,5	78,3	92,4
Totale PCBs*	154,3	9,4	1258,9	65,3	241,4	156,4	Totale PCBs*	294,4	42,0	1015,0	185,8	268,7	91,3
M. Ambretta	0,0	0,0	1,8	0,0	0,2	447,4	M. Ambretta	0,1	0,0	4,4	0,0	0,6	490,3
M. Chetone	2,1	0,1	20,1	1,0	3,8	179,1	M. Chetone	1,0	0,1	5,6	0,7	1,1	110,4
M. Moschene	0,2	0,0	10,0	0,0	1,2	582,1	M. Moschene	0,6	0,0	8,3	0,0	1,6	264,6
M. Xilene	2,1	0,0	19,8	0,8	3,4	162,4	M. Xilene	1,8	0,0	10,9	1,4	2,2	123,1
Totale Nitro M.	4,5	0,4	51,7	1,9	8,1	180,8	Totale Nitro M.	3,4	0,2	14,9	2,8	3,7	106,3

* = calcolato come Clophen A-60 dalla concentrazione in PCB-153 (20, 39).

3. DDT (o,p'-/p,p'-/DDT/DDE/DDD)

Nei pesci del lago di Lugano sono state riscontrate concentrazioni medie complessive di 23,5 µg/kg. I valori più elevati (media 62,2 µg/kg, massimo di 145,6 µg/kg) sono stati riscontrati negli agoni.

Più contaminati sono invece risultati i pesci del lago Maggiore, con una media complessiva di 631,4 µg/kg. Le concentrazioni più elevate sono pure state riscontrate negli agoni. Nei 13 campioni esaminati, con un contenuto medio in grasso dell' 11,8%, si sono misurate concentrazioni elevate con una media di 1772 µg/kg ed un massimo di 2915 µg/kg, che evidentemente influiscono sulla media complessiva citata sopra. Tralasciando le specie rappresentate da un singolo campione o da pochi esemplari, si sono poi avuti nell'ordine bondella (media 456,1 µg/kg), trota (media 199,8 µg/kg) e lucioperca (media 65,8 µg/kg) (cfr. tabella 2 e fig. 1 e 2).

Escludendo i campioni di agoni la media complessiva per le altre specie di pesci si riduce nel lago di Lugano a 20,6 µg/kg e nel lago Maggiore, in modo molto più accentuato, a 269,9 µg/kg.

Anche le misurazioni effettuate sui campioni di agoni della seconda campagna, quindi su un totale di 270 agoni dal tenore medio in grasso del 14,2%, hanno confermato, con un valore medio di 2042 µg/kg e un massimo di 3598 µg/kg, l'elevata contaminazione riscontrata nella prima campagna (cfr. tabella 3).

Tabella 3. Media, minimo, massimo, mediana, deviazione standard e coefficiente di variazione percentuale complessivi dei contaminanti organici negli agoni del Verbano (Campagna 1995)

Agoni Verbano						
No. campioni 270						
	Media	Min.	Max.	Mediana	Dev.St.	CV%
	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce
p,p'-DDE	611,1	363,7	1080,3	593,1	204,3	33,4
o,p'-DDE	62,2	30,2	93,3	61,6	17,0	27,3
o,p'-DDT	149,5	73,1	262,7	145,9	46,2	30,9
p,p'-DDT	447,9	202,1	788,4	421,8	136,4	30,5
o,p'-DDD	184,2	73,0	335,8	167,3	69,3	37,6
p,p'-DDD	587,3	262,9	1038,7	559,4	208,1	35,4
Totale DDT	2042,2	1068,0	3597,5	1925,3	655,1	32,1
HCB	11,1	0,0	24,4	12,8	8,8	79,2
Gamma-HCH	1,0	0,0	2,6	0,0	1,1	115,9
PCB-28	5,6	0,0	14,7	4,7	5,9	105,0
PCB-52	14,7	11,1	20,7	14,9	2,6	18,0
PCB-101	39,5	25,8	57,4	41,0	9,4	23,8
PCB-138	52,3	35,4	69,8	51,3	10,2	19,6
PCB-153	52,8	31,3	77,2	49,8	14,7	27,9

Agoni Verbano						
No. campioni 270						
	Media	Min.	Max.	Mediana	Dev.St.	CV%
	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce	µg/kg pesce
PCB-180	21,0	11,7	29,5	20,3	4,3	20,4
Σ 6 PCBs	185,9	119,5	262,7	183,5	44,9	24,1
Totale PCBs*	534,1	316,8	781,3	503,5	148,9	27,9
M. Ambretta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M. Chetone	0,5	0,3	0,7	0,5	0,1	19,9
M. Moschene	0,9	0,0	1,6	0,9	0,3	35,8
M. Xilene	0,8	0,5	1,1	0,8	0,2	21,4
Totale Nitro M.	2,2	0,9	3,2	2,2	0,5	21,3

* = calcolato come Clophen A-60 dalla concentrazione in PCB-153 (20, 39).

Per tutti i pesci si è osservata una correlazione tra la concentrazione in DDT e il peso, mentre essa è risultata meno evidente rispetto alla lunghezza o all'età.

L'ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti fissa per pesci e crostacei un valore limite riferito alla parte commestibile di 1 mg/kg, quale somma di tutti gli isomeri e di DDE + TDE.

Nei pesci del lago di Lugano la concentrazione totale in DDT è risultata ampiamente inferiore al valore limite.

In quelli del lago Maggiore sono invece state misurate concentrazioni generalmente più elevate, pur se ancora conformi alle prescrizioni dell'OSoE, ad eccezione degli agoni, dove in tutti i campioni analizzati, sono stati riscontrati, indipendentemente dalla zona di cattura, livelli superiori a tale valore limite.

Nei pesci del Ceresio la concentrazione totale in DDT è risultata generalmente minima e paragonabile a quella dei laghi citati sotto, mentre in quelli del Verbano la concentrazione media è risultata elevata.

In entrambi i laghi le concentrazioni più elevate sono state riscontrate negli agoni, specie principalmente planctonica dall'elevato tenore in grasso, nei quali è evidentemente possibile un accumulo di contaminanti quali i pesticidi clorati o i PCBs, sostanze che a causa dell'elevata stabilità e lipofilia presentano forti potenziali di bioconcentrazione, che per gli organismi acquatici possono raggiungere fattori molto elevati (33). Parecchi autori hanno infatti constatato la correlazione tra la concentrazione in pesticidi clorati o policlorobifenili e il contenuto in lipidi dei pesci (2, 34–36).

Escludendo gli agoni, gli altri pesci del Verbano hanno comunque rivelato valori superiori a quelli riscontrati da *Corvi* et al. (37) nel Lemano (< 10 µg/kg per pesce persico e bottatrice, circa 30 µg/kg per il salmerino), a quelli (5 µg/kg per il pesce persico, 10 µg/kg per il coregone) misurati nel lago di Zurigo dal locale laboratorio cantonale (38) o a quelli riscontrati da Cantoni et al. (32) nel lago di Como (media

296 µg/kg per gli agoni e 59 µg/kg per i lavarelli) e in trote lacustri di origine non specificata (5 µg/kg) – valori ricalcolati in base a un contenuto medio in grasso del 15% per gli agoni e del 3% per lavarelli e trote.

I dati rilevati indicano quindi l'esistenza nel Verbano di un problema di contaminazione, in quanto le concentrazioni in DDT nei pesci in genere, ma soprattutto negli agoni, sono risultate nettamente superiori a quelle riscontrate nei pesci del Ceresio o dei laghi citati sopra.

E' infatti noto che i pesci rappresentano eccellenti indicatori dello stato di contaminazione di un ecosistema (3,5).

Bifenili policlorati

La concentrazione totale in policlorobifenili è stata da noi calcolata dalla concentrazione in PCB-153, in base ad un suo contenuto del 9,88% nel Clophen A-60 (20, 39).

Nei pesci del lago di Lugano è stata evidenziata una concentrazione media complessiva di 154,3 µg/kg. I valori più elevati sono pure stati trovati, analogamente al DDT, negli agoni, con valori medi di 379,6 µg/kg e tralasciando un campione di alborelle che sono state unicamente eviscerate, con un massimo di 995,1 µg/kg.

Nel lago Maggiore la contaminazione è risultata più elevata, con una media complessiva di 294,4 µg/kg. I valori più elevati sono stati nuovamente riscontrati negli agoni, con una media di 723,7 µg/kg e un massimo di 1015 µg/kg (cfr. tabella 2 e fig. 1 e 2).

Escludendo i campioni di agoni le medie complessive per le rimanenti specie denotano invece, con 137,2 µg/kg nei pesci del lago di Lugano e 158,3 µg/kg in quelli del lago Maggiore, differenze meno marcate.

Sui 270 agoni del Verbano della seconda campagna è risultata una media di 534,1 µg/kg, con un massimo di 781,3 µg/kg, inferiori quindi a quelli misurati nella prima campagna (cfr. tabella 3).

Anche per i PCBs si è verificata per tutti i campioni una correlazione tra la concentrazione totale e il peso, mentre essa è risultata molto meno evidente rispetto alla lunghezza o all'età.

L'ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti prevede un valore limite per pesci e crostacei, riferito alla parte commestibile, di 1 mg/kg. Tutti i campioni esaminati, ad eccezione di un campione di alborelle del lago di Lugano e di uno di agoni del lago Maggiore (dove sono stati calcolati 1259 rispettivamente 1015 µg/kg), hanno denotato tenori in bifenili policlorati inferiori a tale limite.

In Germania sono invece stati stabiliti massimi differenziati per i 6 congeneri significativi. Per i pesci di acqua dolce, riferiti alla parte edibile, valgono infatti valori massimi di 0,2 mg/kg per i congeneri N. 28, 52, 101 e 180 e di 0,3 mg/kg per i congeneri N. 138 e 153 (40). In entrambi i laghi le concentrazioni di tutti i singoli congeneri sono risultate ampiamente inferiori a tali norme.

Anche per i PCBs è stata in genere riscontrata una maggior contaminazione nei pesci del Verbano, dove la concentrazione media è risultata circa il doppio di quella

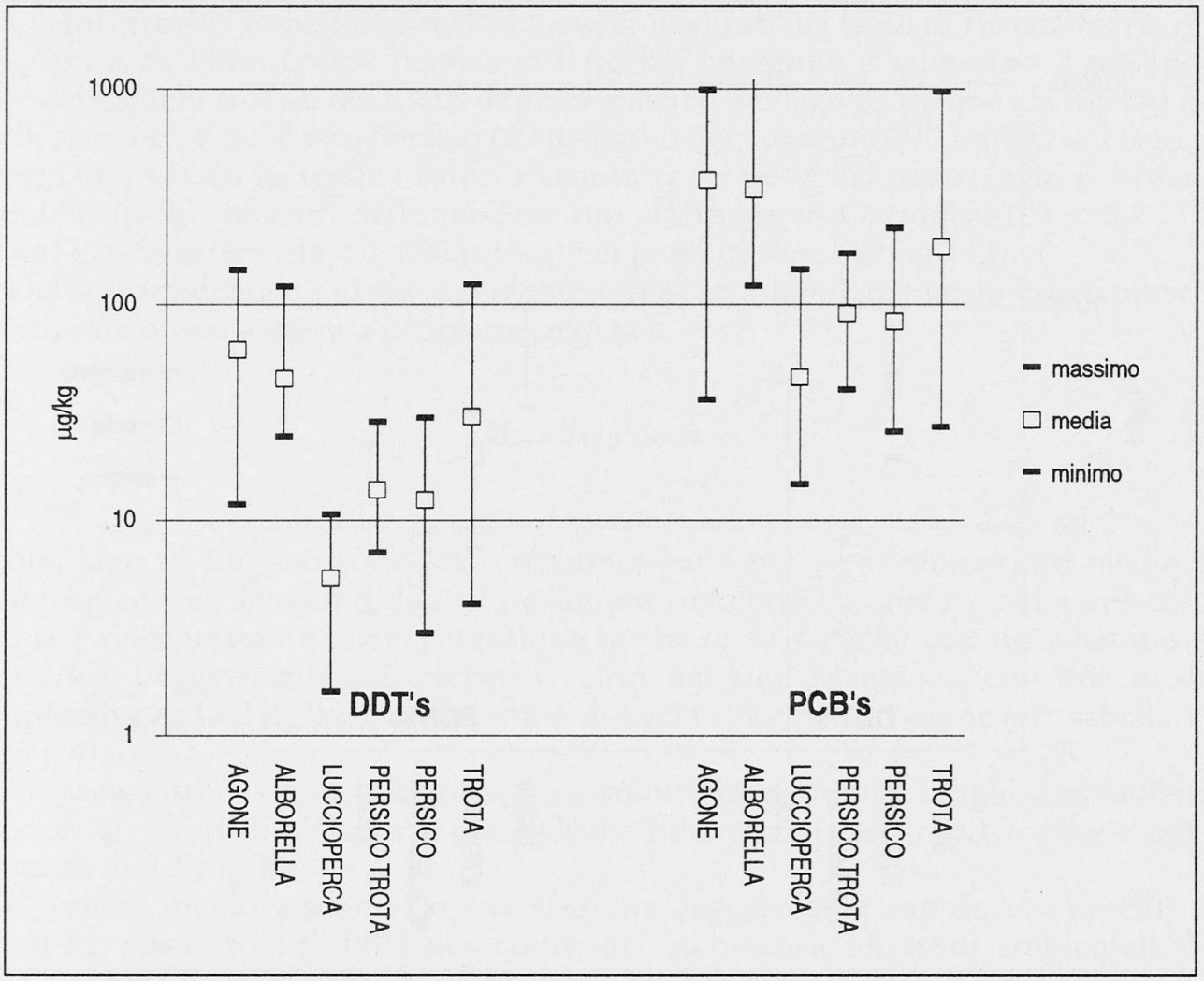

Fig. 1. DDT (totale) e PCBs nei pesci del Ceresio (numero di esemplari per specie ≥ 5)

dei pesci del Ceresio. In entrambi i laghi i più contaminati, come già era stato evidenziato per il DDT, sono nuovamente risultati essere gli agoni.

I livelli trovati, pur nella variabilità dei valori riscontrati nelle diverse specie analizzate, sono in genere superiori a quelli riscontrati da *Zilli* (9) nel lago di Lugano (media di 53 µg/kg con un massimo di 368 µg/kg – valori ricalcolati in base al contenuto in PCB-153), da *Corvi* et al. (37) nel Lemano (circa 20 µg/kg per il pesce persico, circa 30 µg/kg per la bottatrice, mentre i salmerini denotano concentrazioni di oltre 300 µg/kg), del lago di Zurigo (< 50 µg/kg per il pesce persico, ma circa 200 µg/kg per il coregone – valori ricalcolati in base al contenuto in PCB-153) (38) o a quelli riscontrati da Cantoni et al. (32) nel lago di Como (media 350 µg/kg per gli agoni, valore paragonabile a quello degli agoni del Ceresio, ma inferiore a quello degli agoni del Verbano, 51 µg/kg per i lavarelli) e in trote lacustri di origine non specificata (9 µg/kg) – valori ricalcolati in base a un contenuto medio in grasso del 15% per gli agoni, rispettivamente del 3% per lavarelli e trote.

Come indicato per il DDT, i dati rilevati confermano tuttavia, sebbene in misura inferiore, l'esistenza nel Verbano di un problema ambientale.

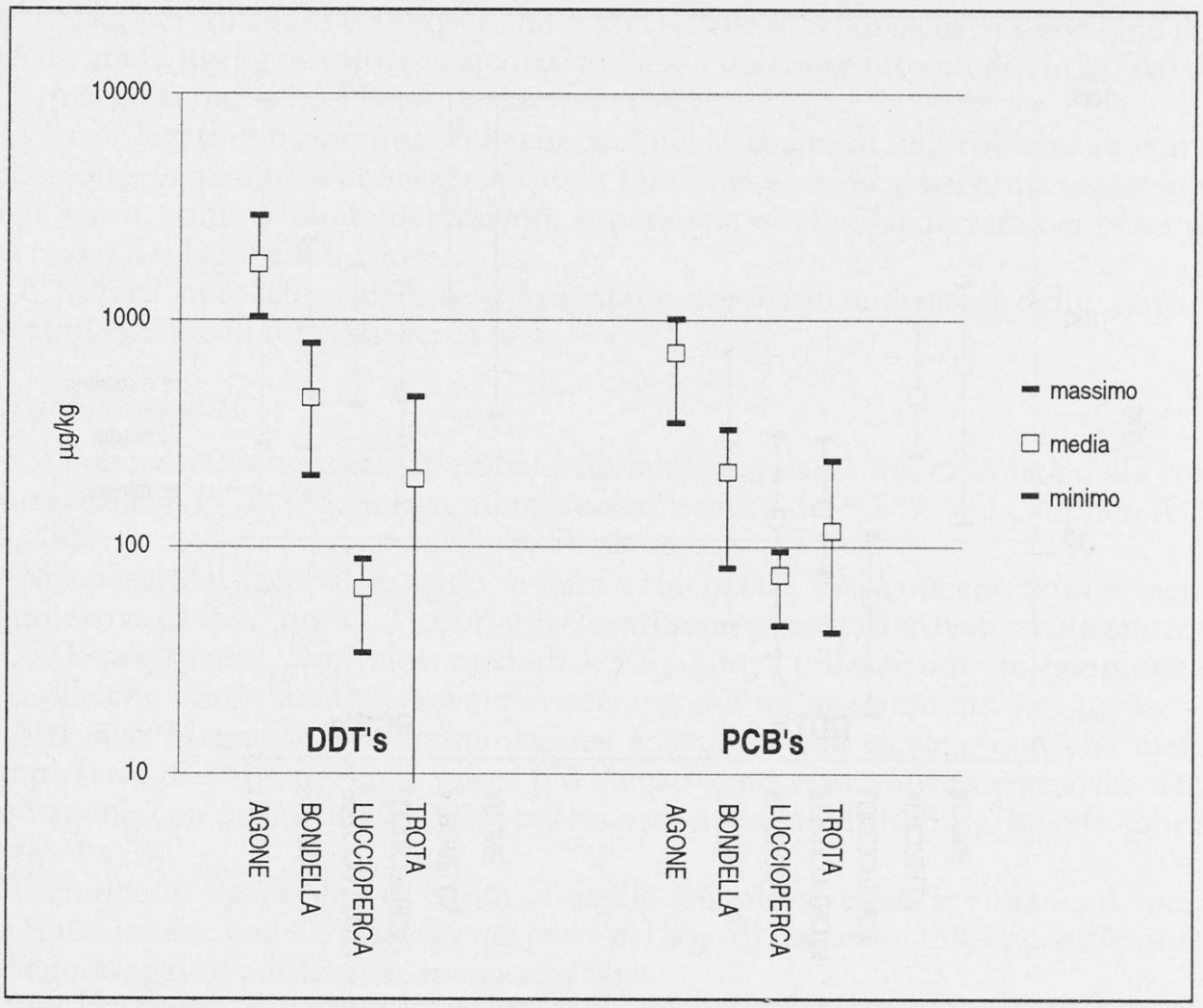

Fig. 2. DDT (totale) e PCBs nei pesci del Verbano (numero di esemplari per specie ≥ 5)

Composti nitroaromatici

Per il muschio xilene sono state misurate nei 2 laghi concentrazioni simili. Nel lago di Lugano la media è stata di 2,1 µg/kg. Il valore più elevato, 19,8 µg/kg, è stato riscontrato in una trota. Analoghe le concentrazioni in muschio chetone, mentre deboli sono risultate quelle in muschio moschene o ambretta.

Nel lago Maggiore sono state osservate concentrazioni medie complessive di muschio xilene di 1,8 µg/kg, con un massimo di 10,9 µg/kg in una bondella.

Inferiori le concentrazioni in muschio chetone, mentre deboli sono risultate quelle in muschio moschene o ambretta (cfr. tabella 2).

I valori riscontrati per il muschio xilene, a parte qualche eccezione, sono inferiori al limite provvisorio di 10 µg/kg vigente in Germania (18).

Nei pesci dei 2 laghi la contaminazione dovuta ai muschi sintetici, sostanze di largo impiego in detersivi e cosmetici, che a causa delle caratteristiche di liposolubilità e stabilità possono, analogamente ai pesticidi clorati e ai policlorobifenili, accumularsi nei grassi, è quindi relativamente modesta e anche i massimi trovati non danno motivo di rimarco (18, 19, 38, 41, 42).

I valori trovati sono paragonabili a quelli misurati nei laghi di Brienz (coregoni 1 µg/kg) e di Thun (pesce persico < 1 µg/kg, coregone e salmerino 2 µg/kg) e inferiori a quelli trovati nei filetti di pesce persico del lago di Bienne (31 µg/kg) o a quelli riscontrati nel pesce persico (20 µg/kg) o nel coregone (90 µg/kg) del lago di Zurigo (38, 41). In generale i valori riscontrati nei pesci dei nostri laghi si situano quindi ai livelli inferiori delle misurazioni effettuate in Germania (da < 0,2 a 81 µg/kg) e in Svizzera (da < 1 a 90 µg/kg) nei pesci di acqua dolce (43).

Dal lato ambientale è tuttavia evidente come la contaminazione dovuta ai muschi sintetici sia ormai assurta a problema generale.

Metalli pesanti

Cadmio

Nel lago di Lugano sono state misurate per i pesci concentrazioni medie di 7,5 µg/kg con un massimo di 29,7 µg/kg per un'alborella, mentre nei gamberi di lago si è riscontrata una concentrazione media di 41,4 µg/kg con un massimo di 111 µg/kg. Leggermente più elevati i valori nel lago Maggiore, con una media complessiva di 12,2 µg/kg e un massimo di 65,5 µg/kg per un agone (cfr. tabella 4 e fig. 3 e 4).

Le concentrazioni in cadmio sono risultate in entrambi i laghi ampiamente inferiori ai valori di tolleranza che l'OSoE fissa per i pesci in 0,1 mg/kg e per i crostacei in 0,3 mg/kg.

Il valore medio riscontrato nel Ceresio, leggermente inferiore a quello di 8,9 µg/kg misurato nel 1992 per conto del laboratorio di studi ambientali del Dipartimento del territorio (8), è risultato circa la metà di quello del Verbano. Le concentrazioni trovate sono superiori ad es. a quelle riscontrate da *Corvi* et al. (37) nei pesci del Lemano, dove il cadmio è risultato inferiore ai 2 µg/kg, rispettivamente dei laghi di Thun, Brienz e Bienne, dove i valori sono stati generalmente inferiori ai 5 µg/kg (41). Esse sono tuttavia paragonabili a quelle riscontrate da *Holm* (1) in pesci di acque ferme non inquinate (da 4 a 14 µg/kg). Va rilevato che persino in un laghetto alpino *Dietrich* (44) ha misurato nelle trote concentrazioni medie in cadmio di 9,7 µg/kg.

Cromo

I valori misurati per i pesci, con una media di 123,1 µg/kg nel lago di Lugano, rispettivamente di 118,2 µg/kg nel lago Maggiore, sono risultati simili. I massimi sono stati riscontrati nel persico sole, con valori di 287,6 nel Ceresio, rispettivamente di 259,4 µg/kg nel Verbano.

Nei gamberi del lago di Lugano si è avuta una concentrazione media di 495,3 µg/kg ed un massimo di 1585 µg/kg (cfr. tabella 4 e fig. 3 e 4).

In considerazione dell'assunzione giornaliera raccomandabile per un adulto stimata tra 50 e 200 µg, le concentrazioni riscontrate non costituiscono evidente-

Tabella 4. Media, minimo, massimo, mediana, deviazione standard e coefficiente di variazione percentuale complessivi dei metalli pesanti nei pesci del Ceresio e del Verbano (Campagna 1993)

Pesci Ceresio									Pesci Verbano								
No. campioni 105									No. campioni 104								
			Media	Min.	Max.	Mediana	Dev. St.	CV %				Media	Min.	Max.	Mediana	Dev. St.	CV %
Cadmio	Cd	µg/kg	7,5	2,6	29,7	6,2	4,7	62,2	Cadmio	Cd	µg/kg	12,2	2,7	65,5	9,2	9,8	80,4
Cromo	Cr	µg/kg	123,1	52,4	287,6	117,5	39,9	32,5	Cromo	Cr	µg/kg	118,2	39,6	259,4	119,2	40,6	34,4
Mercurio	Hg	µg/kg	85,2	23,2	452,3	70,3	56,5	66,3	Mercurio	Hg	µg/kg	127,1	21,5	343,9	115,2	71,0	55,8
Piombo	Pb	µg/kg	112,9	62,6	215,0	110,1	27,5	24,3	Piombo	Pb	µg/kg	113,6	29,3	550,1	102,5	54,9	48,3
Rame	Cu	mg/kg	0,8	0,1	6,4	0,6	0,7	84,1	Rame	Cu	mg/kg	1,0	0,3	3,1	0,8	0,6	56,4
Zinco	Zn	mg/kg	6,8	2,7	50,5	4,7	7,9	116,8	Zinco	Zn	mg/kg	5,4	2,2	9,6	5,3	1,8	32,4
Gamberi di lago									Gamberi di lago								
No. campioni 14									No. campioni 0								
			Media	Min.	Max.	Mediana	Dev. St.	CV %									
Cadmio	Cd	µg/kg	41,4	9,9	111,0	43,2	25,3	61,0									
Cromo	Cr	µg/kg	495,3	66,9	1585,0	296,2	530,0	107,0									
Mercurio	Hg	µg/kg	40,8	25,5	78,4	40,0	13,2	32,4									
Piombo	Pb	µg/kg	282,8	125,2	503,5	239,0	118,0	41,7									
Rame	Cu	mg/kg	61,5	16,8	203,4	48,9	48,3	78,5									
Zinco	Zn	mg/kg	36,2	21,0	61,5	34,4	11,6	32,1									

mente alcun pericolo per la salute del consumatore, contribuendo d'altra parte in modo insignificante all'apporto ottimale di tale elemento essenziale (45, 46).

I valori misurati per il cromo, simili nei 2 laghi, appaiono inferiori a quello medio di 230 µg/kg riscontrato nel 1992 nei pesci del lago di Lugano (8), ma più elevati di quelli figuranti nelle tabelle nutrizionali (47) dove vengono citate concentrazioni di qualche decina di µg/kg o di quelli riscontrati da *Corvi* et al. (37) nei pesci del lago Lemano, generalmente inferiori ai 20 µg/kg.

Nella bibliografia sono reperibili solo pochi dati di confronto sulla presenza del cromo nei pesci di acqua dolce. In un'indagine effettuata nel 1985 nel Regno Unito vengono indicate concentrazioni medie in cromo nel pesce generalmente inferiori a 300 µg/kg (da < 70 a 400 µg/kg nelle trote della Scozia), mentre nei crostacei, dei quali è nota la tendenza all'accumulo di metalli pesanti, le concentrazioni medie variano tra < 200 a 2200 µg/kg (48).

Mercurio

Nei pesci del lago di Lugano la concentrazione media complessiva è risultata di 85,2 µg/kg con un massimo di 452,3 µg/kg in un persico sole, mentre nei gamberi essa è stata di 40,8 µg/kg, con un massimo di 78,4 µg/kg.

Nel lago Maggiore si è avuta una media complessiva di 127,1 µg/kg con un massimo di 343,9 µg/kg per un persico trota (cfr. tabella 4 e fig. 3 e 4).

I campioni esaminati hanno complessivamente denotato medie inferiori al valore di tolleranza che, in relazione ai campioni da noi considerati, l'OSoE fissa per luccio e lucioperca in 0,5 mg/kg (valore limite 1 mg/kg), mentre per gli altri pesci ed i crostacei il valore di tolleranza è di 0,2 mg/kg e quello limite di 0,5 mg/kg.

Nel Ceresio circa il 5% dei campioni è risultato contenere mercurio in concentrazione superiore al valore di tolleranza di 0,2 mg/kg ma inferiore al valore limite di 0,5 mg/kg, mentre nel Verbano ciò si è verificato per circa il 13%.

Il valore medio riscontrato nel Ceresio è in perfetto accordo con quello di 80 µg/kg rilevato in misurazioni del 1992 (8), mentre nel Verbano esso è risultato leggermente superiore.

I valori medi trovati sono in genere risultati leggermente superiori a quelli misurati nei pesci dei laghi svizzeri. Occorre comunque tenere presente una grande variabilità tra le diverse specie (49).

Nel Lemano *Corvi* et al. (37) hanno misurato nella campagna 1993 per il pesce persico circa 30 µg/kg, per la bottatrice circa 90 µg/kg, per i salmerini circa 70 µg/kg.

Nel 1990 sono stati riscontrati su 17 campioni del lago di Lucerna valori medi di circa 80 µg/kg, in quello di Zurigo su 7 campioni di circa 70 µg/kg (50). Nel lago di Thun nel 1987 su 6 campioni di pesci persici e coregoni di circa 50 µg/kg, in quello di Bienne su 21 campioni di pesci persici e coregoni di circa 130 µg/kg (51), mentre ad es. nei lucci del lago di Bienne il tenore medio su 16 campioni pescati nel 1988 è stato di 320 µg/kg (52).

Va tuttavia rilevato che nei laghetti alpini Sämtisersee e Seealpsee sono state misurate nelle trote concentrazioni medie in mercurio di 90, rispettivamente di 70 µg/kg (44).

Piombo

Nel lago di Lugano la media complessiva per i pesci è stata di 112,9 µg/kg, con un massimo di 215 µg/kg per un'alborella, mentre nei gamberi la media è risultata di 282,8 µg/kg con un massimo di 503,5 µg/kg.

Nel lago Maggiore si è avuta una media di 113,6 µg/kg con un massimo di 550,1 µg/kg per un agone (cfr. tabella 4 e fig. 3 e 4).

I campioni esaminati hanno complessivamente denotato medie inferiori al valore di tolleranza fissato dall'OSoE in 0,5 mg/kg.

Nel Ceresio solo un campione di gamberi ha raggiunto il valore suddetto, mentre nel Verbano, sui 104 campioni analizzati solo 1 agone, con 0,55 mg/kg è risultato superiore al valore di tolleranza, rimanendo comunque abbondantemente inferiore al valore limite di 1 mg/kg.

I valori medi trovati, simili nei 2 laghi, appaiono inferiori a quello di 206 µg/kg riscontrato nel 1992 (8). Essi sono tuttavia risultati superiori a quelli riscontrati ad es. da *Corvi* et al. nella campagna 1993 (37) nel lago Lemano (pesce persico e bottatrice < 50 µg/kg), o a quelli misurati nel 1987 su pesci persici e coregoni dei laghi di Thun (43 µg/kg), Brienz (20 µg/kg) e Bienne (55 µg/kg) (51).

Le concentrazioni medie da noi misurate sono inferiori a quelle riscontrate da *Holm* (1) in pesci di acque ferme contaminate (trote 160 µg/kg).

Va rilevato che persino in un laghetto alpino, il Sämtisersee, *Dietrich* (44) ha rilevato un tenore in piombo di 89 µg/kg.

Rame

Nel lago di Lugano è stata osservata una media complessiva per i pesci di 0,8 mg/kg con un massimo di 6,4 mg/kg per un persico sole e di ben 61,5 mg/kg, con un massimo di 203,4 mg/kg, per i gamberi di lago.

Nel lago Maggiore il contenuto medio dei pesci è risultato di 1 mg/kg, con un massimo di 3,1 mg/kg per un agone (cfr. tabella 4).

In considerazione del basso consumo pro capite, il pesce dei nostri laghi contribuisce quindi minimamente all'apporto ottimale di tale oligoelemento essenziale, che secondo le raccomandazioni della società tedesca per la nutrizione è per giovani e adulti di 1,5–3,0 mg/giorno (45, 53).

I valori riscontrati sono simili nei 2 laghi e leggermente inferiori a quello di 1,32 mg/kg indicato nello studio sul Ceresio più volte citato (8).

I tenori trovati sono paragonabili a quelli figuranti nelle tabelle nutrizionali (47) (luccio 0,47 mg/kg, coregone 0,5 mg/kg, trota 1,5 mg/kg), e leggermente superiori a quelli varianti tra 0,2 e 0,6 mg/kg misurati nel Lemano da *Corvi* et al. (37), mentre *Holm* (1) indica per pesci provenienti da acque ferme non contaminate concentrazioni medie varianti tra 0,22 e 0,45 mg/kg.

Elevate sono per contro le concentrazioni trovate nei gamberi di lago.

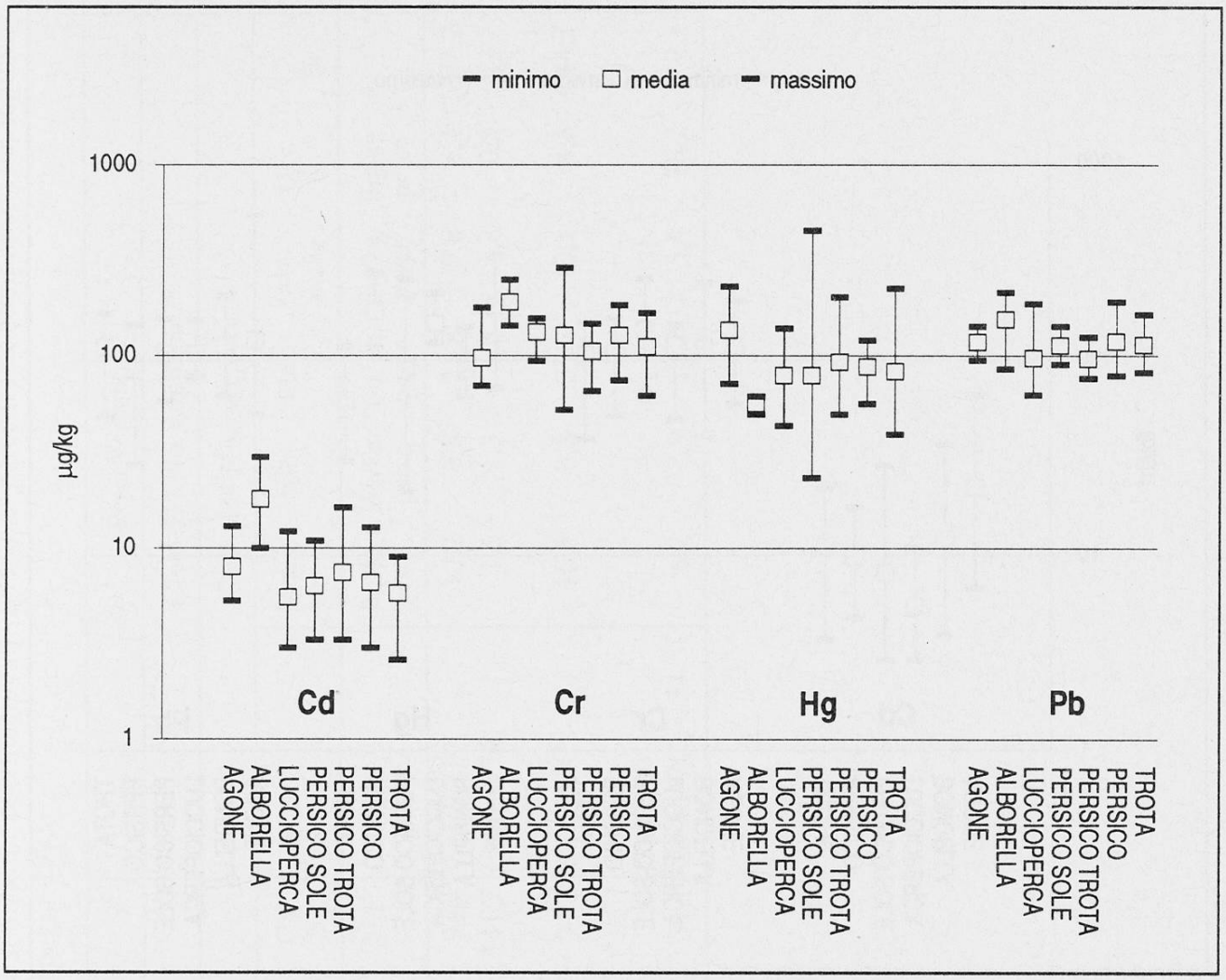

Fig. 3. Cadmio, cromo, mercurio e piombo nei pesci del Ceresio (numero di esemplari per specie ≥ 5)

Zinco

Nei pesci del lago di Lugano il contenuto medio in zinco è stato di 6,8 mg/kg, con un massimo di 50,5 mg/kg per un'alborella, mentre per i gamberi si è avuta una media di 36,2 mg/kg, con un massimo di 61,5 mg/kg.

Nel lago Maggiore il contenuto medio dei pesci è risultato di 5,4 mg/kg, con un massimo di 9,6 mg/kg per una bondella (cfr. tabella 4).

Visto il basso consumo il pesce contribuisce quindi minimamente alla dose ottimale raccomandabile per tale oligoelemento essenziale, che secondo le raccomandazioni della società tedesca per la nutrizione è di 12 mg/giorno per la donna, rispettivamente di 15 mg/giorno per l'uomo (45, 53).

I valori riscontrati, simili nei 2 laghi, appaiono inferiori a quello medio di 14,63 mg/kg misurato nei pesci del Ceresio (8). Essi sono paragonabili a quelli figuranti nelle tabelle nutrizionali (47) (trota 4,8 mg/kg, luccio 11 mg/kg, coregone 12 mg/kg) e a quelli medi riscontrati nel 1987 nei coregoni e nel pesce persico dei laghi di Brienz (7,3 mg/kg), Thun (6,3 mg/kg) e Bienne (6,5 mg/kg) (51). *Holm* (1) indica per pesci

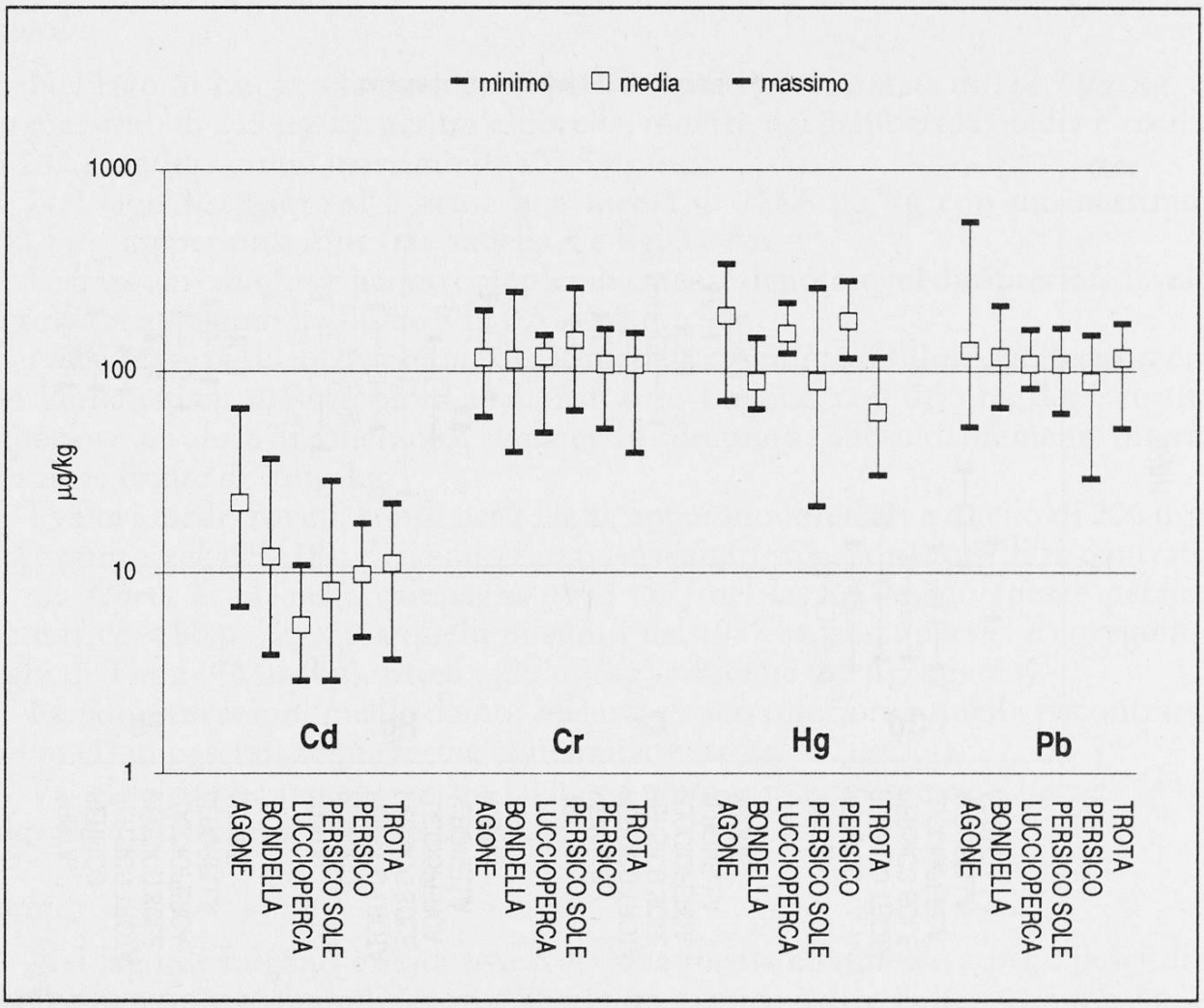

Fig. 4. Cadmio, cromo, mercurio e piombo nei pesci del Verbano (numero di esemplari per specie ≥ 5)

provenienti da acque ferme non contaminate concentrazioni medie per i vari tipi di pesce considerati varianti tra 3,5 e 17,0 mg/kg.

Radionuclidi (Cesio-137 e Cesio-134)

Nel lago di Lugano sono state misurate per i pesci concentrazioni medie, quali somma di cesio-137 e cesio-134, di 41,4 Bq/kg, con un massimo di 263,6 Bq/kg per un persico sole.

Inferiori i valori nel lago Maggiore, con una media complessiva di 10,3 Bq/kg e un massimo di 25,6 Bq/kg per un persico trota (cfr. tabella 5).

L'OSoE indica per le derrate alimentari in generale un valore di tolleranza per gli isotopi del cesio di 10 Bq/kg e un valore limite di 1250 Bq/kg.

Nei campioni del Ceresio sono quindi misurabili concentrazioni in radionuclidi in genere leggermente superiori ai valori di tolleranza, mentre quelle del Verbano sono risultate mediamente conformi.

Tabella 5. Media, minimo, massimo, mediana, deviazione standard e coefficiente di variazione percentuale complessivi dei radionuclidi nei pesci del Ceresio e del Verbano (Campagna 1993)

Pesci Ceresio							Pesci Verbano						
Cesio-137 No. campioni 40							Cesio-137 No. campioni 29						
Cesio-134 No. campioni 36							Cesio-134 No. campioni 3						
	Media	Min.	Max.	Mediana	Dev. St.	CV %		Media	Min.	Max.	Mediana	Dev. St.	CV %
	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce			Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	Bq/kg pesce	
Cesio-137	38,9	14,7	249,1	31,2	36,7	94,4	Cesio-137	10,2	3,8	23,8	9,8	4,4	43,2
Cesio-134	2,8	0,7	20,0	1,8	3,7	131,7	Cesio-134	1,6	1,3	1,8	1,8	0,3	17,7
somma Cs-137/Cs-134	41,4	16,7	263,6	31,9	39,0	94,2	somma Cs-137/Cs-134	10,3	3,8	25,6	10,1	4,6	44,7
rapporto Cs-137/Cs-134	17,7	2,1	37,0	17,2	6,0	34,1	rapporto Cs-137/Cs-134	6,2	2,9	13,2	5,4	15,2	2,4

I valori da noi riscontrati in pesci catturati nella parte svizzera del Ceresio sono leggermente superiori a quelli riguardanti la zona di Porlezza, dove nel 1994 sono state misurate medie complessive di circa 10 Bq/kg con un massimo di 15 Bq/kg per il pesce persico e un minimo di 5 Bq/kg per la tinca (54).

Conclusioni

L'indagine da noi effettuata ha evidenziato per i pesci del lago di Lugano (bacino svizzero) concentrazioni in contaminanti organici, inorganici e in radionuclidi, mediamente conformi all'Ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti, ad eccezione di qualche occasionale superamento del valore di tolleranza per il mercurio e in genere del lieve superamento del valore di tolleranza per cesio 134 e 137.

I pesci del lago Maggiore (bacino svizzero) hanno per contro generalmente evidenziato nella parte edibile una più elevata contaminazione da residui di DDT, con una parallela maggior incidenza di bifenili clorati, pur se a livelli conformi all'ordinanza suddetta, ad eccezione degli agoni, dove sono stati riscontrati residui di DDT superiori al valore limite. Le concentrazioni in metalli pesanti, ad eccezione di qualche superamento del valore di tolleranza per il mercurio soprattutto per gli agoni, sono risultate conformi, mentre quelle in cesio 134 e 137 sono generalmente risultate inferiori al valore di tolleranza.

Dal lato ambientale, pur non essendo stato questo lo scopo della nostra indagine, si è avuta nuova conferma della contaminazione ubiquitaria da PCBs, mentre i valori riscontrati permettono di ipotizzare nel Verbano una contaminazione da DDT. Nuovi sono stati i dati riguardanti i composti nitroaromatici sintetici, che ne confermano il carattere di contaminante ambientale estremamente diffuso.

Per quanto concerne i metalli pesanti si è avuta nuovamente conferma che in Ticino, probabilmente per ragioni di carattere geografico (concentrazione delle attività a causa dell'esiguità del territorio) e meteorologico (ricadute delle immissioni industriali e di quelle dovute al traffico del Nord Italia), sono in genere riscontrabili in alcune derrate concentrazioni superiori a quelle trovate in altre parti della Svizzera (55–57). Una tendenza analoga è d'altronde stata osservata anche in alcuni punti del suolo ticinese (58, 59).

Per finire si può osservare come dopo parecchi anni sono ancora rilevabili nelle nostre regioni gli effetti dell'incidente nucleare di Chernobyl.

Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente il Sig. *G. Ferreri* dell'Ufficio federale della sanità pubblica, Sezione sorveglianza della radioattività, Friborgo, per le analisi in spettrometria gamma, i nostri collaboratori *B. Hubrecht, M. Macchi, B. Valsangiacomo* per l'accurata esecuzione delle analisi e L. Quirici per la gestione informatica dei dati.

Ringraziamo pure i signori Gianella, Gianola, Maccanetti della «Società pescatori con le reti, Bissone», i signori Linder e Sargenti della «Società professionisti con le reti, Locarno»,

per la cattura dei campioni, il nostro collaboratore sig. *M. Bordoni* per l'organizzazione e l'Ufficio caccia e pesca per l'autorizzazione speciale.

Riassunto

Nell'ambito di un'indagine sui contaminanti organici, metallici e sui radionuclidi nei pesci del Ceresio e del Verbano (bacini svizzeri), sono stati analizzati in una prima campagna 223 campioni di varie specie in relazione a pesticidi clorati (HCB/HCH/DDT), bifenili policlorati, composti nitroaromatici, metalli pesanti e radionuclidi.

Elevate le concentrazioni in DDT, negli agoni (Alosa fallax lacustris) del lago Maggiore, dove anche su 270 campioni analizzati complessivamente in una seconda campagna sono stati riscontrati nella parte edibile tenori superiori al valore limite di 1 mg/kg.

Le concentrazioni in composti nitroaromatici (muschio ambretta, chetone, moschene, xilene) sono risultate minime in entrambi i laghi.

Relativamente ai metalli è stata osservata una concentrazione leggermente maggiore, specialmente in mercurio, nei pesci del lago Maggiore, mentre per quanto concerne i radionuclidi Cs-137 e Cs-134 sono ancora rilevabili nel lago di Lugano, seppur minimamente, gli effetti dell'incidente nucleare di Chernobyl.

Résumé

Dans le cadre d'une enquête sur les contaminants organiques, métalliques et sur les radionucléides dans les poissons des lacs Ceresio et Verbano (bassins suisses), on a analysé 223 échantillons de différentes espèces en relation avec les pesticides chlorés (HCB/HCH/DDT), les biphényles polychlorés, les composants nitroaromatiques, les métaux lourds et les radionucléides.

Des concentrations élevées en DDT dans les agones (Alosa fallax lacustris) du lac Maggiore, où même dans les 270 échantillons analysés dans une deuxième campagne on a mesuré dans la partie comestible des valeurs supérieures à la limite de 1 mg/kg.

Les concentrations en composants nitroaromatiques (musc ambrette, cétone, moskène, xylène) sont faibles dans les deux lacs.

Par rapport aux métaux lourds on a observé une contamination légèrement plus élevée des poissons du lac Maggiore, surtout pour le mercure, alors que pour ce qui concerne les radionucléides Cs-137 et Cs-134, les effets de l'accident nucléaire de Chernobyl sont encore mesurables, bien que très faibles, dans le lac de Lugano.

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Untersuchung über organische und metallische Kontaminantien und Radionuklide in den Fischen der Seen Ceresio und Verbano (schweizerische Becken) wurden 223 Proben verschiedener Spezies auf chlorierte Pestizide (HCB/HCH/DDT), polychlorierte Biphenyle, aromatische Nitroverbindungen, Schwermetalle und Radionuklide analysiert.

Erhöhte DDT-Kontaminationen wurden in den Agonen (Alosa fallax lacustris) vom Lago Maggiore gefunden, wo sogar im essbaren Anteil von 270 Exemplaren, die in einer zweiten

Kampagne analysiert wurden, Konzentrationen über den Grenzwert von 1 mg/kg festgestellt wurden.

Die Gehalte an Nitromoschusverbindungen (Moschus Ambrette, Keton, Mosken und Xylol) sind in beiden Seen tief.

Wiederum zeigen die Fische vom Lago Maggiore leicht höhere Konzentrationen an Schwermetallen, insbesondere Quecksilber, während in bezug auf die Radionuklide Cs-137 und Cs-134 die Folgen des Unfalls von Chernobyl, obwohl minimal, im Luganersee noch ersichtlich sind.

Summary

Residues of organic contaminants (organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and nitro musks), heavy metals (cadmium, chromine, copper, lead, mercury, zinc) and radionuclides (Cs-137 and Cs-134) were determined in 223 samples of several species of fish of the lakes Ceresio and Verbano (swiss basins).

High levels of DDT were found in the aloses (Alosa fallax lacustris) of the lake Maggiore, where in the edible portion concentrations over the limit of 1 mg/kg were found even in a total of 270 samples of a second campaign.

Low levels of nitro musks (musk ambrette, ketone, moskene and xylene) were found in both lakes.

Heavy metals concentrations, in particular mercury, were again a little higher in the lake Maggiore, whereas in the lake Lugano low levels of the radionuclides Cs-137 and Cs-134, as consequence of the nuclear accident of Chernobyl, were still measurables.

Bibliografia

1. *Holm, J.:* Blei-, Cadmium-, Arsen- und Zinkgehalte von Fischen aus unbelasteten und belasteten Binnengewässern. Fleischwirtsch. **60,** 1076–1083 (1980).
2. *Kruse, R., Boek, K.* und *Wolf, M.:* Der Gehalt an Organochlor-Pestiziden und polychlorierten Biphenylen in Elbaalen. Arch. Lebensm. Hyg. **34,** 81–86 (1983).
3. *Krüger, K.E.:* Fisch als Bioindikator für die Verbreitung von Schadstoffen in der Umwelt. Arch. Lebensm. Hyg. **36,** 130–132 (1985).
4. *Cantoni, C., Cattaneo, C.* e *Fabbris, F.:* Identificazione di PCBs in pesci d'acqua dolce. Industrie alimentari **25 (235),** 125–127 (1986).
5. *Forneris, G., Giaccone, V.* e *Parisi, E.:* Composti organici clorurati in specie ittiche di alcuni corpi d'acqua in provincia di Torino. Industrie alimentari **25 (239),** 458–463 (1986).
6. *Santschi, P.H., Bollhalder, S., Camani, M., Farrenkothen, K., Goerlich, W., Haesler, S., Heiz, H., Lueck, A., Schuler, Ch., Sturm, M., Voelkle, H., Weber, C.* und *Zingg, S.:* Radionuklide des Tschernobyl Fallouts in natürlichen Gewässern: Auswasch-, Verdünnungs-, Eliminierungs- und Anreicherungsprozesse. In: Radioaktivitätsmessungen in der Schweiz nach Tschernobyl und ihre wissenschaftliche Interpretation, Bern 20–22 Oktober, Tagungsbericht, S. 323–338. Universität Bern 1986.
7. Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität. 29. Bericht für die Jahre 1985 bis 1986 zuhanden des Bundesrates. Bern 1988.
8. Commissione internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: Ricerche sull'evoluzione del lago di Lugano. Aspetti limnologici. Campagna 1992 e Rapporto

quinquennale 1988–92. Laboratorio studi ambientali – Dipartimento del Territorio, Bellinzona 1994. ISSN: 1013-8080.
9. *Zilli, D.:* Soglie di tossicità di composti alogenati organici e loro presenza in alcune specie ittiche del lago di Lugano. Tesi di laurea. Università degli studi di Milano, facoltà di scienze. Milano 1994.
10. Repubblica e Cantone del Ticino: Rendiconto del consiglio di Stato 1994. Bellinzona 1995.
11. *Steinwandter, H.:* Universal 5 min on-line method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. Fresenius Z. anal. Chem. **322,** 752–754 (1985).
12. *Specht, W.* und *Tilkes, M.:* Gas-chromatographische Bestimmung von Rückständen an Pflanzenbehandlungsmitteln nach Clean-Up über Gel-Chromatographie und Mini-Kieselgel-Säulen-Chromatographie. 3 Mitteilung. Fresenius Z. anal. Chem. **301,** 300–307 (1980).
13. *Specht, W.* und *Tilkes, M.:* Gas-chromatographische Bestimmung von Rückständen an Pflanzenbehandlungsmitteln nach Clean-Up über Gel-Chromatographie und Mini-Kieselgel-Säulen-Chromatographie. 5 Mitteilung. Fresenius Z. anal. Chem. **322,** 443–455 (1985).
14. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Methodensammlung zur Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln, Methoden S 19 und XII 6 (9. und 6. Lieferung), Verlag Chemie GmbH, Weinheim 1991. ISSN 0930-4657.
15. Schweizerisches Lebensmittelbuch, V. Auflage: Kapitel 46, Pestizidrückstände, 46.3.1.3, 46.3.2.5. Tab. 46.2. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1994.
16. *Rimkus, G., Rimkus, B.* and *Wolf, M.:* Nitro musks in human adipose tissue and breast milk. Chemosphere **28,** 421–432 (1994).
17. *Rimkus, G.* und *Wolf, M.:* Nachweis von Nitromoschusverbindungen in Frauenmilch und Humanfett. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **89,** 103–107 (1993).
18. *Rimkus, G.* und *Wolf, M.:* Rückstände und Verunreinigungen in Fischen aus Aquakultur. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **89,** 171–175 (1993).
19. *Hahn, J.:* Untersuchung zum Vorkommen von Moschus-Xylol in Fischen. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **89,** 175–177 (1993).
20. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. VDLUFA-Schriftenreihe Heft 12: Rahmenkonzept für die Routineanalytik von Polychlorierten Biphenilen (PCB). VDLUFA-Verlag, Darmstadt 1985. ISBN 3-922712-11-6.
21. *Schulz, J.:* Nachweis und Quantifizieren von PCB mit dem Massenselektiven Detektor. LP-Special **88,** 144–151 (1988).
22. *Schulz, J.:* GC/MS Analyse von Organochlorpestiziden und PCB. Hewlett Packard Application Brief, Waldbronn 1988.
23. Schweizerisches Lebensmittelbuch, V. Auflage: Kapitel 45, Spurenelemente, Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1994.
24. *Grollimund, E.:* MLS Seminarvortrag, Praktische Beispiele von Mikrowellenaufschlüssen. H. Sarasin AG, Basel 1991.
25. Varian Publication No 85-100848-00: Analytical methods for graphite tube atomizers. Varian Australia Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1988.
26. *Shelley, B.:* Low level measurement of cadmium in foods. Varian Instruments at work, No. AA-97. Varian Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1990.
27. *Brodie, K.:* The measurement of lead in food products by graphite furnace AA and spectra AA-40. Varian Instruments at Work, No. AA-52. Varian Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1985.

28. Varian Publication No 85-100009-00: Flame atomic absorption spectrometry, analytical methods. Varian Australia Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1989.
29. Varian Publication No 85-100577-00: VGA-76 Vapor generation accessory operation manual. Varian Australia Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1984.
30. *Evans, S.J., Johnson, M.S.* and *Leah, R.T.:* Determination of mercury in fish tissue, a rapid, automated technique for routine analysis. Varian Instruments at Work, No AA-60. Varian Pty Ltd., Mulgrave, Victoria 1986.
31. Ordinanza sulle sostanze estranee e sui componenti presenti negli alimenti, OSoE, del 26 giugno 1995. Cancelleria federale, Berna 1995.
32. *Cantoni, C., Cattaneo, P., Fabbris, F.* e *Prina, G.:* Pesticidi organoclorati e PCBs nei pesci d'acqua dolce. Industrie alimentari **24 (231),** 808–810 (1985).
33. *Koch, R.:* Umweltchemikalien. Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1989. ISBN 3-527-26902-9.
34. *Reinert, R.E.:* Pesticide concentration in Great Lakes fish. Pestic. Monit. J., **3,** 233–240 (1970).
35. *Hattula, M.L., Janatuinen, J., Särkka, J.* and *Passivirta, J.:* A five-year monitoring study og the chlorinate hydrocarbons in the fish of a finnish lake ecosystem. Environ. Pollut. **15,** 121–139 (1978).
36. *Rossel, D., Honsberger, P.* and *Tarradellas, J.:* Bioaccumulative behaviour of some PCB congeneres in lake Geneva brown trout (Salmo trutta lacustris L.). Intern. J. Environ. Anal. Chem., **31,** 219–233 (1987).
37. *Corvi, C.* et *Khim-Heang, S.:* Polluants métalliques et polychlorobiphényles dans la faune piscicole. Campagne 1993, P. 73–82 CIPEL: Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Lausanne 1994. ISSN 1010-8432.
38. Jahresbericht kant. Laboratorium Zürich 1993.
39. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Polychlorierte Biphenyle. Bestandsaufnahme über Analytik, Vorkommen, Kinetik und Toxikologie. Mitteilung XIII. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1988. ISBN 3-527-27367-0.
40. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Schadstoff-Höchstmengenverordnung. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **187,** G25–G27 (1988).
41. Jahresbericht kant. Laboratorium Bern 1992.
42. *Schlatter, J.,* BAG Fachstelle für Toxikologie, Zürich. Comunicazione personale, 1995.
43. *Kokot-Helbling, K., Schmid, P.* und *Schlatter, C.:* Die Belastung mit Moschus-Xylol – Aufnahmewege, Pharmakokinetik und toxikologische Bedeutung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86,** 1–13 (1995).
44. *Dietrich, D.R.:* Kritische Beurteilung der ökotoxikologischen Aussagekraft von Schwermetallanalysen in Fischen aus schweizerischen Gewässern. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86,** 213–225 (1995).
45. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 1. korrigierter Nachdruck 1992, Umschau Verlag, Frankfurt 1991.
46. *Zimmerli, B., Tobler, L., Bajo, S., Wyttenbach, A.* und *Sieber, R.:* Untersuchungen von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. VIII. Essentielle Spurenelemente: Molybdän, Kobalt und Chrom. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86,** 266–285 (1995).
47. *Souci, S.W., Fachmann, W.* und *Kraut, H.:* Food composition and nutrition tables 1989/90. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 1989.

48. *Smart, G.A.* and *Sherlock, J.C.:* Chromium in foods and the diet. Food additives and contaminants, **2 (2),** 139–147 (1985).
49. *Rieder, K.:* Quecksilber, Blei und Cadmium in Fischen aus bernischen Gewässern. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **84,** 8–15 (1993).
50. Laboratorium der Urkantone: Auszüge aus den Jahresberichten der amtlichen Laboratorien. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **82,** 382–384 (1991).
51. Laboratorium Bern: Auszüge aus den Jahresberichten der amtlichen Laboratorien. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **79,** 291–294 (1988).
52. Laboratorium Bern: Auszüge aus den Jahresberichten der amtlichen Laboratorien. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **80,** 289–290 (1988).
53. *Zimmerli, B., Tobler, L., Bajo, S., Wyttenbach, A.* und *Sieber, R.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. VI. Essentielle Spurenelemente: Eisen, Zink, Mangan und Kupfer. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **85,** 245–286 (1994).
54. *Margini, C.:* Presidio multizonale igiene e prevenzione, Azienda USSL 36, Milano. Comunicazione personale, 1995.
55. *Andrey, D., Beuggert, H., Ceschi, M., Corvi, C., De Rossa, M., Hermann, H., Klein, B.* und *Probst-Hensch, N.:* Monitoring Programm «Schwermetalle in Lebensmitteln». IV. Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in Weinen aus dem Schweizer Markt. Teil B: Vorgehen, Resultate und Diskussion. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **83,** 711–736 (1992).
56. *Quinche, J.P.:* Le cadmium des grains de céréales cultivées en Suisse romande et au Tessin. Revue Suisse Agric. **27,** 23–27 (1995).
57. *Beuggert, H., Andrey, D., Guggisberg, H., Herrmann, A.* und *Huber, D.:* Monitoring Programm «Schwermetalle in Lebensmitteln». VI. Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in Schweizer Karotten. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **84,** 27–47 (1993).
58. Dipartimento delle finanze e dell'economia. Sezione dell'agricoltura: Rapporto sulle sostanze nocive nel suolo del Canton Ticino. Bellinzona 1994.
59. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 200. Boden: NABO Nationales Bodenbeobachtungsnetz. Messresultate 1985–1991. Bern 1993.

Michele Ceschi
Laboratorio cantonale
Via Ospedale 6
CH-6900 Lugano