

Dinamiche di accrescimento e fenomeni di accumulo di pesticidi in alcune specie ittiche del fiume Ticino

Autor(en): **Nardi, Pietro A. / Brangi, Anna / Tufaro, Antonio**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale**

Band (Jahr): **4 (1993)**

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-981609>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

PIETRO A. NARDI, ANNA BRANGI, ANTONIO TUFARO E FRANCO BERNINI

DINAMICHE DI ACCRESCIMENTO E FENOMENI DI ACCUMULO DI PESTICIDI IN ALCUNE SPECIE ITTICHE DEL FIUME TICINO

Dipartimento di Biologia Animale - Università di Pavia
Piazza Botta 9/10 - 27100 Pavia (Italia)

RIASSUNTO

Nell'ambito di un progetto di reintroduzione della lontra *Lutra lutra* nel Parco del Ticino, sono stati effettuati mediante elettrostorditore campionamenti qualitativi e quantitativi sul popolamento ittico del tratto pavese del Fiume Ticino. Sono state studiate con il metodo scalimetrico le dinamiche di accrescimento lineare e ponderale di sei specie ittiche con diversa collocazione trofica. Per valutare eventuali fenomeni di bioaccumulo, alcuni campioni sono stati sottoposti ad analisi per la determinazione del contenuto di pesticidi organoclorici e di policlorobifenili.

ABSTRACT

Growth dynamics and accumulation phenomena of pesticides in some fish species from the Ticino River (North Italy). Within a project for the reintroduction of the otter *Lutra lutra* in the "Parco del Ticino", the authors have conducted qualitative and quantitative samplings by electrofishing on the fish population in a stretch of the Ticino River, province of Pavia. The dynamics of linear and weight growth of six fish species with different trophic level have been studied by the determination of age from scales. In order to evaluate possible phenomena of bioaccumulation, some samples have undergone analysis for organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls.

INTRODUZIONE

Scopo del lavoro è stata la valutazione di alcuni presupposti per un progetto di reintroduzione della lontra, *Lutra lutra*, nel Parco della Valle del Ticino. Individuate alcune stazioni con idonea tipologia ambientale e con disturbo antropico contenuto, è stata condotta una verifica sia della disponibilità di pesce sia della "igienicità" di tale risorsa, dal momento che le particolari abitudini alimentari rendono la lontra sensibilmente vulnerabile nei confronti dei fenomeni di bioaccumulo di sostanze tossiche. Oltre a fornire elementi di giudizio sulla fattibilità del progetto, la raccolta dei dati riveste interesse anche per un altro utente delle risorse ittiche del fiume: l'uomo.

AREA DI STUDIO

La scelta dell'area in cui svolgere le ricerche si è informata alle indicazioni di PRIGIONI (1986) che individuano nella porzione medio-inferiore del territorio del Parco il maggior numero di siti, più o meno contigui, con una recettività potenziale per la lontra. L'area di studio e la collocazione delle stazioni di campionamento sono riportate nelle figure 1 e 2; sono state considerate stazioni sia sul Fiume Ticino (2) sia su acque laterali lentiche (2) e lotiche (3), comunque in comunicazione diretta e costante con il fiume. Sono state scelte diverse situazioni idromorfologiche, anche in rapporto alle strutture vegetazionali circostanti (boschi naturali, colture arboree, colture agricole annuali, zone umide naturali e artificiali) e alla potenzialità di rischio per l'impiego di presidi fitosanitari.

MATERIALI E METODI

I campionamenti della fauna ittica sono stati effettuati per tratti omogenei mediante elettrostorditore, stimando l'abbondanza in relazione allo sforzo di pesca espresso come tempi effettivi di pesca. Il materiale raccolto è stato classificato, misurato, pesato e sono state prelevate le squame per la determinazione dell'età; alcuni esemplari sono stati trattati e conservati successivamente a -18°C.

Per lo studio delle dinamiche di accrescimento e per l'analisi dei pesticidi sono state utiliz-

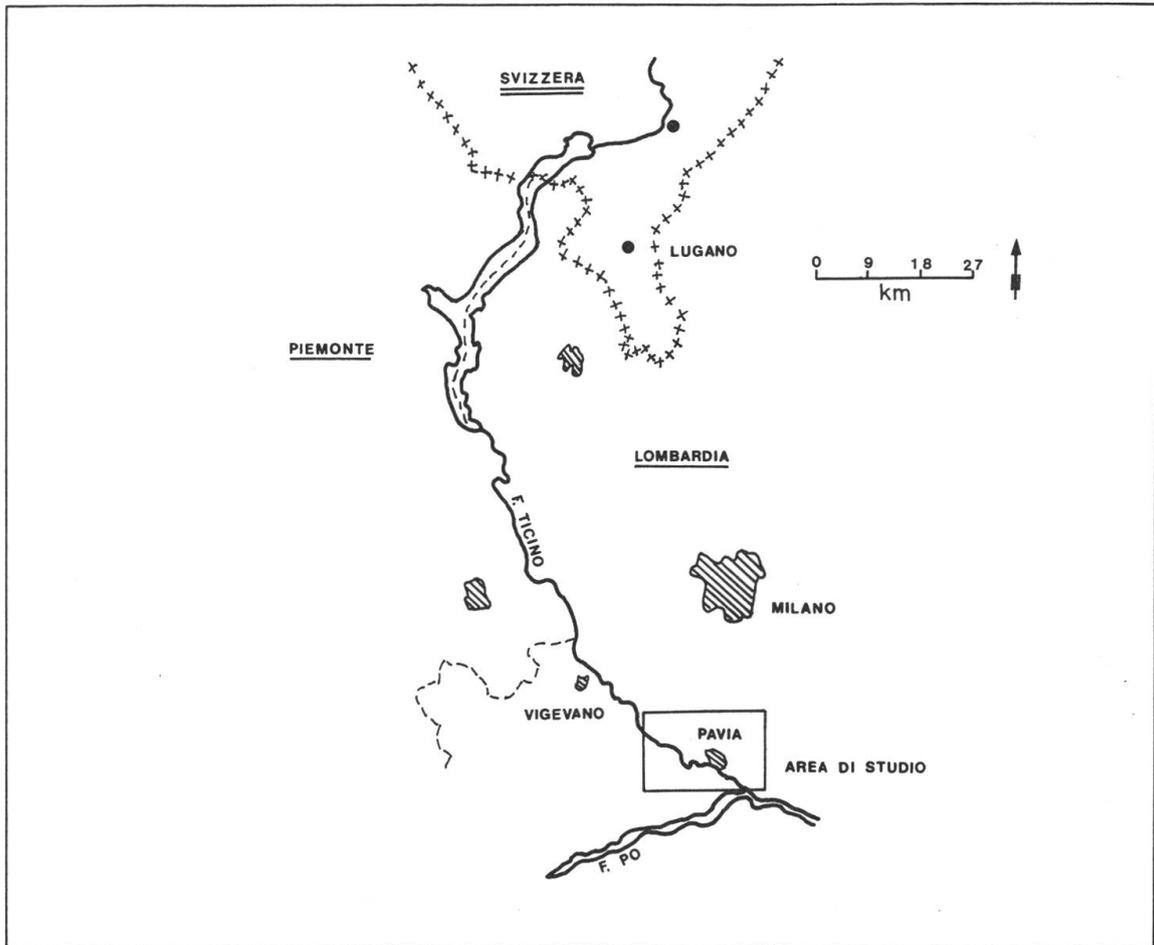


Fig. 1 area di studio

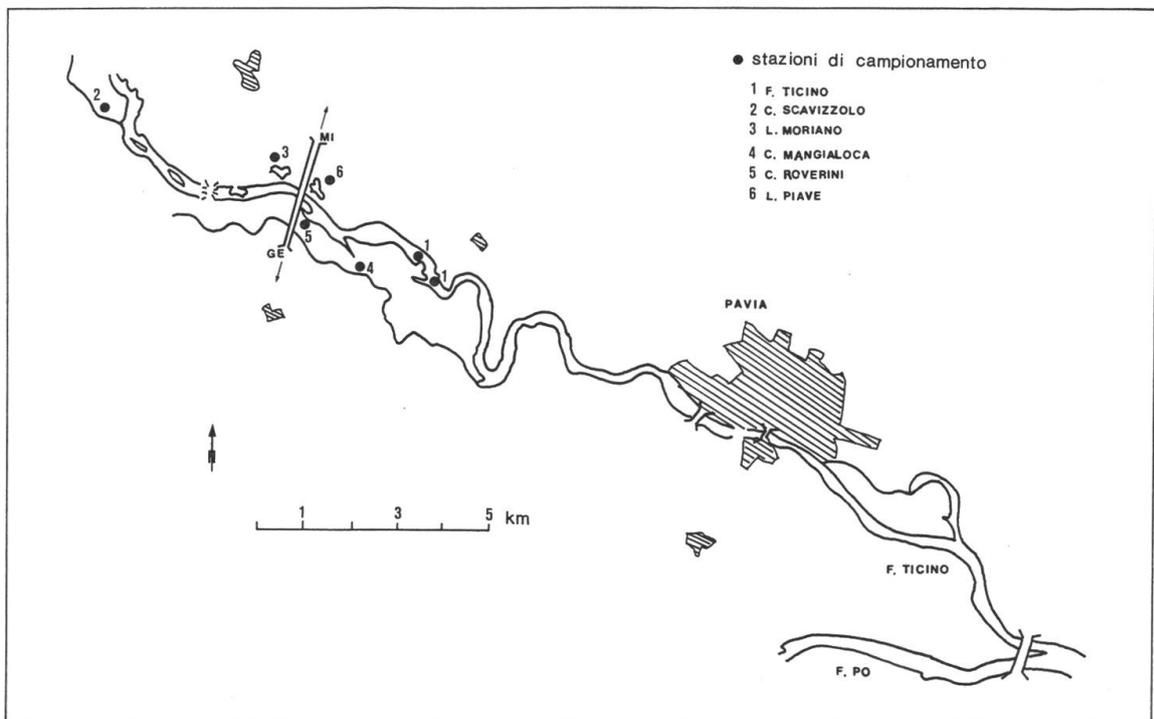


Fig. 2 stazioni di campionamento; 1, Fiume Ticino; 2, Canale Scavizzolo; 3, Lanca del Moriano; 4, Canale Mangialoca; 5, Colo Roverini; 6, Lanca del Piave.

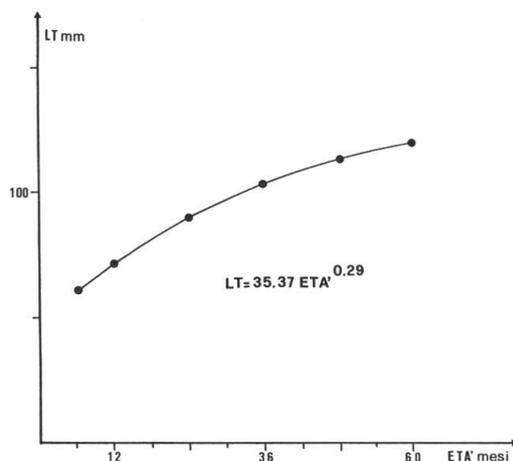
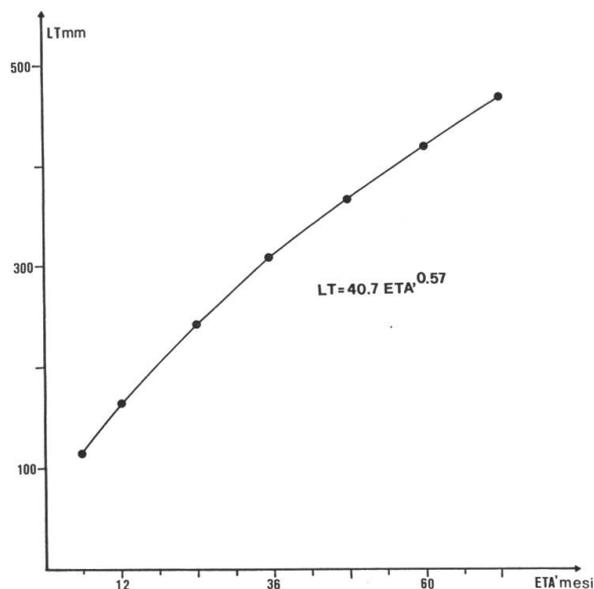


Fig. 3 relazione tra la lunghezza totale (LT) e l'età di *Esox lucius* L. - Luccio

Fig. 4 relazione tra la lunghezza totale (LT) e l'età di *Rutilus erythrophthalmus* Zerunian-Trotto

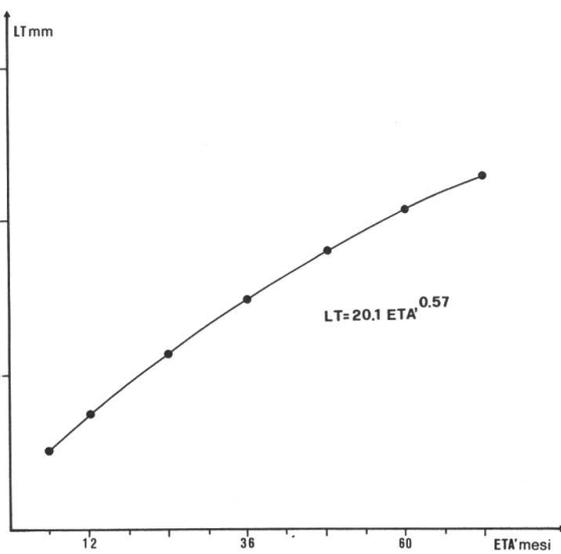
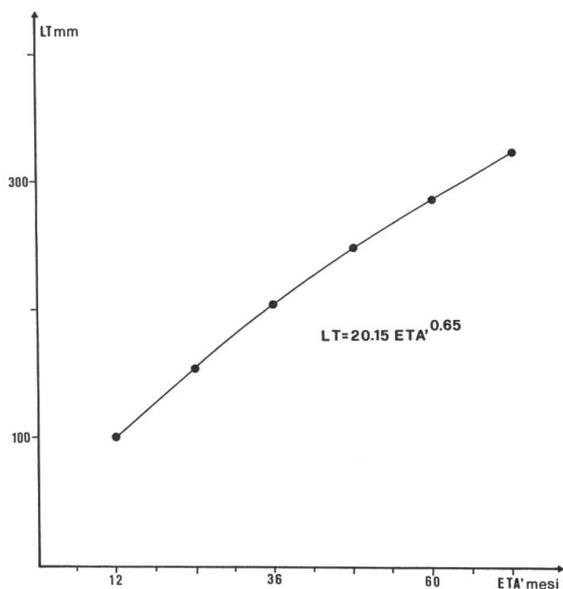


Fig. 5 relazione tra la lunghezza totale (LT) e l'età di *Leuciscus cephalus* (L.) - Cavedano

Fig. 6 relazione tra la lunghezza totale (LT) e l'età di *Scardinius erythrophthalmus* (L.) - Scardola

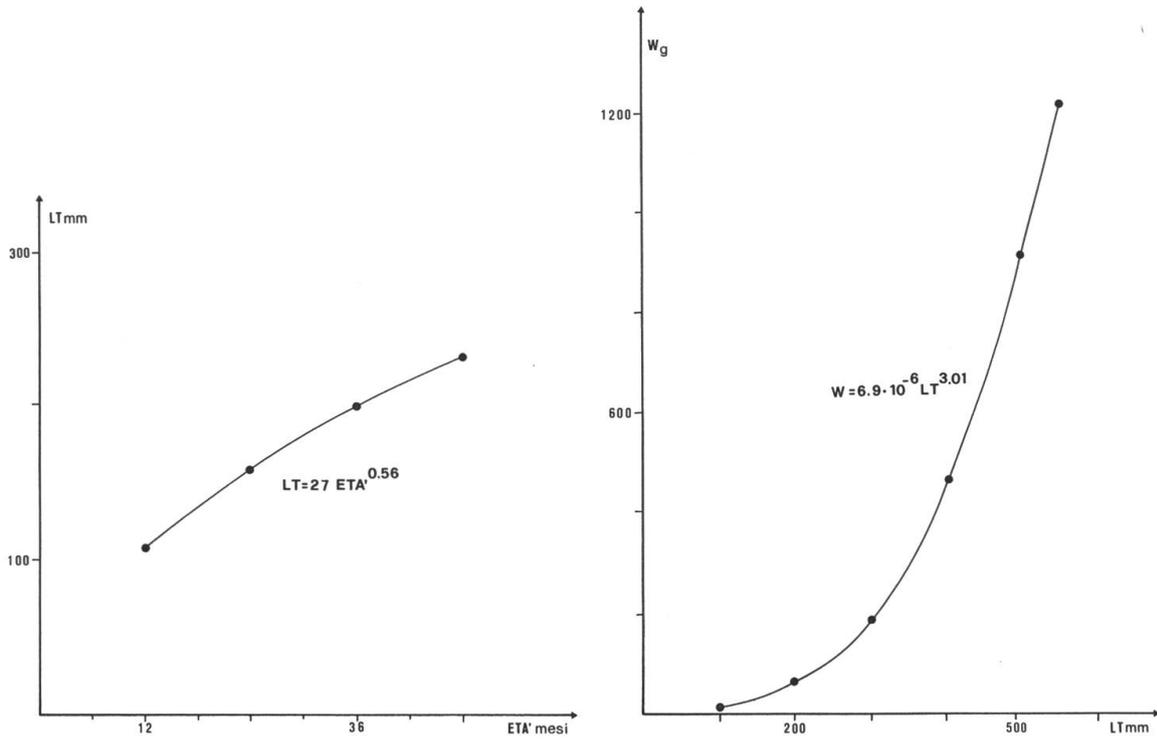


Fig. 7 relazione tra la lunghezza totale (LT) e l'età di *Perca fluviatilis* L. - Persico reale

Fig. 8 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Esox lucius* L. - Luccio

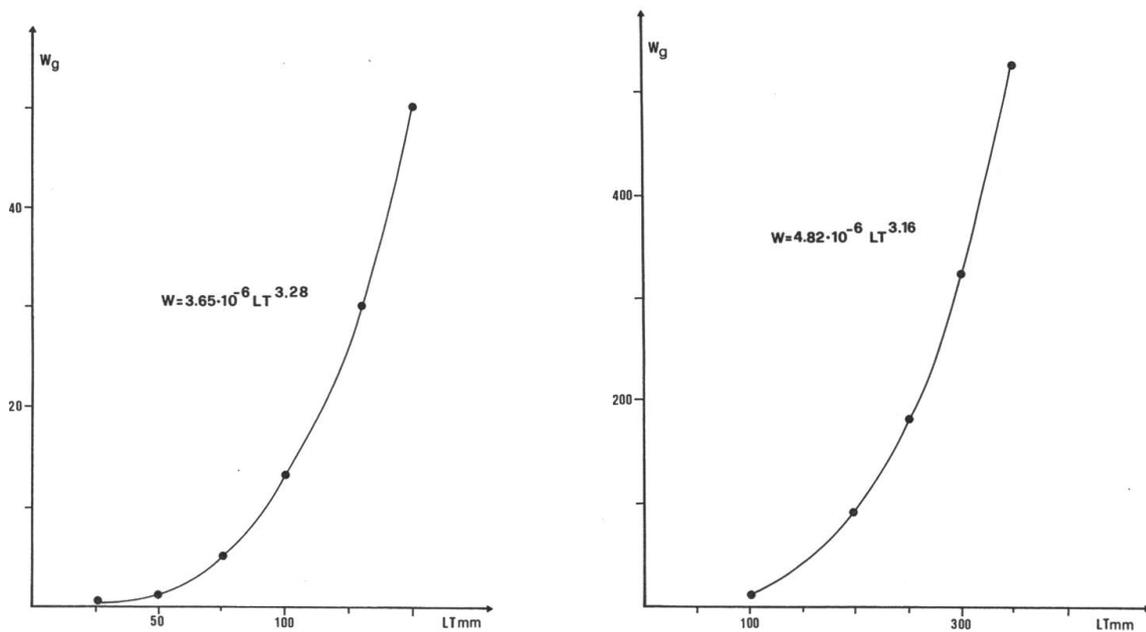


Fig. 9 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Rutilus erythrophthalmus* Zerunian - Triotto

Fig.10 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Leuciscus cephalus* (L.) - Cavedano

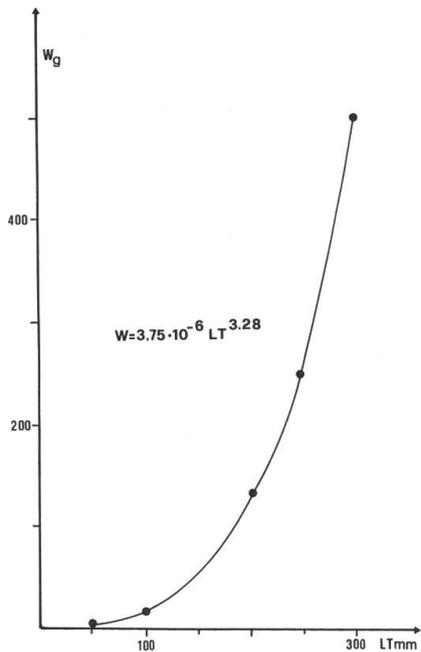


Fig. 11 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Scardinius erythrophthalmus* (L.) - Scardola

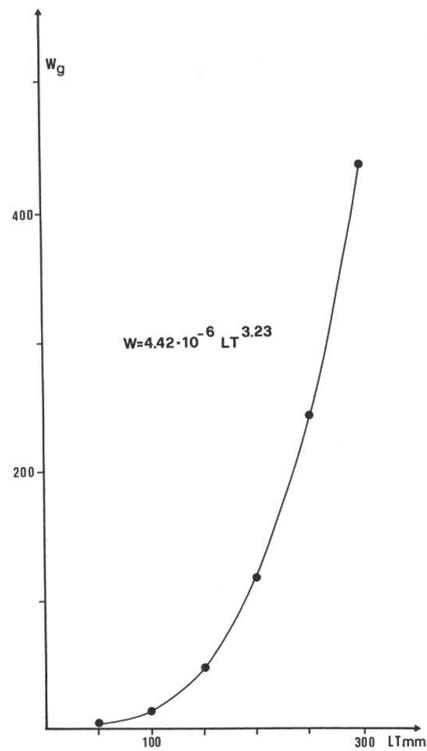


Fig. 12 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Perca fluviatilis* L. - Persico reale

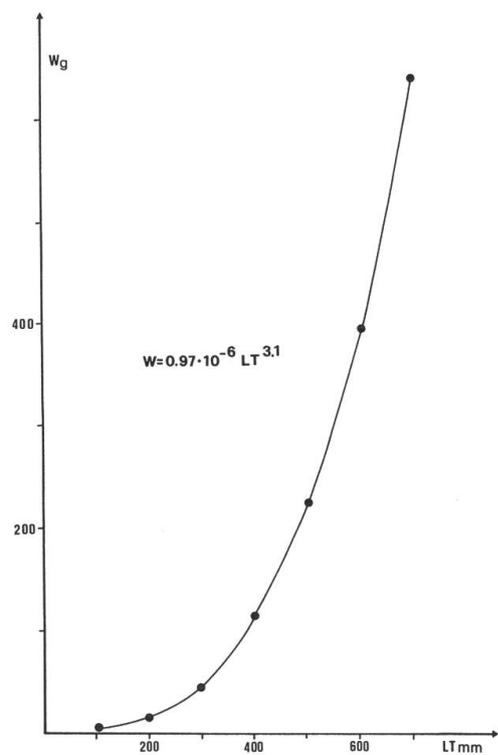


Fig. 13 relazione tra il peso (W) e la lunghezza totale (LT) di *Anguilla anguilla* (L.) - Anguilla

zate soltanto sei di tutte le specie campionate, tenendo conto della variabilità dimensionale, delle abbondanze relative e della diversa collocazione trofica.

L'analisi chimica è stata condotta su 44 campioni secondo i protocolli di SNYDER & REIFERT (1971) e di ERNEY e coll. (1983); in breve il procedimento prevede: omogeneizzazione del campione, estrazione e separazione delle diverse frazioni, analisi gascromatografica. Sono stati utilizzati per intero gli esemplari di lunghezza totale inferiore a 15 cm e parzialmente quelli di mole maggiore, eseguendo sezioni trasversali nella regione del capo, del tronco e del peduncolo caudale.

RISULTATI

L'attribuzione dell'età in mesi ha consentito di analizzare congiuntamente campioni raccolti con pescate successive in diversi periodi, come è stato imposto dalla dislocazione delle stazioni e dalla durata e laboriosità delle operazioni di campionamento. L'analisi dei dati ottenuti sulle sei specie considerate consente di descrivere modalità di crescita del tutto riconducibili ai modelli riportati nella letteratura ittiologica. I risultati dello studio delle dinamiche di accrescimento lineare e ponderale sono riportati qui di seguito in forma analitica ed espressi graficamente nelle figure 3-13.

| | | | |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------|--------|
| <i>Esox lucius</i> L. | $LT=40.7 \times Età^{0.57}$ | n= 64 | r=0.91 |
| Luccio | $W=6.9 \times 10^{-6} \times LT^{3.01}$ | n= 64 | r=0.99 |
| <i>Rutilus erythrophthalmus</i> Z. | $LT=35.37 \times Età^{0.29}$ | n=123 | r=0.92 |
| Triotto | $W=3.65 \times 10^{-6} \times LT^{3.28}$ | n=123 | r=0.98 |
| <i>Leuciscus cephalus</i> (L.) | $LT=20.2 \times Età^{0.65}$ | n= 75 | r=0.94 |
| Cavedano | $W=4.82 \times 10^{-6} \times LT^{3.16}$ | n= 75 | r=0.98 |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.) | $LT=20.1 \times Età^{0.57}$ | n=123 | r=0.92 |
| Scardola | $W=3.75 \times 10^{-6} \times LT^{3.28}$ | n=123 | r=0.99 |
| <i>Perca fluviatilis</i> L. | $LT=27 \times Età^{0.56}$ | n= 25 | r=0.90 |
| Persico reale | $W=4.42 \times 10^{-6} \times LT^{3.23}$ | n= 25 | r=0.99 |
| <i>Anguilla anguilla</i> (L.) | - | - | - |
| Anguilla | $W=0.97 \times 10^{-6} \times LT^{3.1}$ | n= 80 | r=0.98 |

La carenza di elementi di confronto con popolazioni dell'area in esame o di distretti vicini non consente un'analisi comparata dei risultati; questi comunque costituiscono un primo contributo alla conoscenza dell'ittiofauna nel territorio del Parco del Ticino.

L'analisi dei pesticidi ha messo in evidenza residui delle seguenti sostanze: alfa-BHC, beta-BHC, Lindano, Eptacloro, Aldrin, Dieldrin, Eldrin, pp'-DDE, op'-TDE, pp'-TDE, op'-DDT, pp'-DDT, PCB. I dati sono stati elaborati statisticamente e i risultati sono illustrati nelle tabelle 1-5; la correttezza delle procedure statistiche è stata controllata mediante il test di Bartlett; i livelli

di significatività sono $*=0.05$, $**=0.01$, $***=0.001$; l'analisi della varianza indica che i gruppi sono omogenei per età ($p=0.9$); i contenuti, per una comprensione più immediata, sono espressi in ppm $\times 10^{-2}$; i valori pari a zero indicano presenze di pesticidi nulle o in tracce non quantificabili con i pur sensibili metodi analitici utilizzati.

L'analisi della varianza per specie (Tabella 1) indica che i contenuti medi dei singoli principi attivi nelle diverse specie sono in generale molto bassi; al contrario, la sommatoria è elevata in particolare per persico reale, triotto e anguilla; quest'ultima specie mostra una differenza molto significativa con luccio, scardola e cavedano. Anche per alcune singole sostanze (PCB, DDT e metaboliti, alfa-BHC) l'anguilla presenta un quadro analogo, a volte nei confronti di tutte le specie; per il pp'-DDT anche il persico reale si discosta dalle altre specie.

L'analisi della varianza per corpo idrico (Tabella 2) evidenzia valori che non sembrano indicare differenze significative tra i vari corpi idrici e neanche tra acque lotiche e lentiche. I valori sono ancora una volta bassi per le singole sostanze, più elevati, ma in modo non significativo, per la sommatoria, in particolare per il Colo Roverini e il Canale Scavizzolo.

E' stata ripetuta l'analisi della varianza per corpo idrico (Tabella 3) escludendo gli esemplari di anguilla nell'ipotesi che per il contenuto abbastanza elevato venissero mascherate eventuali variazioni. Emergono evidenti differenze significative sia per le singole sostanze che per la sommatoria: anche se per alcune sostanze il quadro non è omogeneo, è quasi sempre il C. Roverini a differenziarsi, particolarmente dalle stazioni del Ticino, Moriano e Mangialoca.

Le cause che si possono ipotizzare per spiegare questa situazione sono, per il Ticino in particolare, la grande portata e più in generale l'uso localizzato di alcune sostanze, la loro veicolazione diversificata da parte dei singoli corpi idrici, l'azione di filtro delle superfici boscate e dei sedimenti e fattori più correlati con le specie esaminate che con le variabili ambientali.

Nel dubbio che l'analisi per specie fosse alterata in qualche modo dalle condizioni di inquinamento del C. Roverini, abbiamo ripetuto la procedura escludendo questa stazione (Tabella 4). Il quadro della Tabella 1 è confermato ed è possibile notare ancora che l'anguilla mostra differenze molto significative, insieme al persico reale, rispetto alle altre specie.

Analizzando il numero di correlazioni tra le variabili (Tabella 5), si osserva che non sembrano sussistere particolari fenomeni di bioaccumulo in relazione all'età e alle dimensioni degli esemplari esaminati, forse per le ridotte dimensioni del campione; al contrario, TURSI e coll. (1989) evidenziano un incremento del contenuto in policlorobifenili negli animali più vecchi. Le sostanze che presentano il maggior numero di correlazioni sono alfa-BHC e PCB; questi ultimi probabilmente perchè utilizzati come additivi in varie formulazioni; per il primo composto si può ipotizzare un uso associato nei trattamenti.

DISCUSSIONE

I valori riscontrati sono notevolmente più bassi rispetto a quelli trovati da altri autori (VIVIANI et al., 1974; GALASSI et al., 1981) per gli stessi composti in alcune specie ittiche del Fiume Po; il confronto può indicare che la maggior influenza è imputabile a differenze trofiche e mesologiche locali e a particolari caratteristiche fisiologiche.

Per quanto riguarda in particolare il campione esaminato, come interpretare un quadro non facile, che è a volte in accordo col ruolo trofico della specie (anguilla, persico reale) e che altre volte contrasta con ipotesi consuete (due ciprinidi consumatori, triotto e cavedano, con contenuti superiori al luccio)? Oltre al livello trofico certamente importante, sembra si possano indicare tre fattori di influenza, peraltro collegati: la diversa provenienza degli esemplari, il differente grado di mobilità delle specie e dei popolamenti, le caratteristiche fisiologiche e metaboliche specifiche.

Per tutte le specie considerate, i valori si collocano al di sotto dei limiti di accettabilità proposti per i pesci predati da carnivori dalla National Academy of Sciences degli U.S.A. (1 ppm DDT, 0.1 ppm Dieldrin, Endrin, Lindano, 0.5 ppm PCB); solo l'anguilla, che riveste un ruolo importante nella dieta della lontra, per alcuni composti si avvicina al limite di tolleranza.

Tab. 1: analisi della varianza per specie; \bar{x} = ppmx10⁻²;
 es = errore standard; n.s.: differenza non significativa;
 □ significativamente diverso da □

| | Esox lucius | | Perca fluviatilis | | Rutilus erythrophthalmus | | Scardinius erythrophthalmus | | Leuciscus cephalus | | Anguilla anguilla | | livello di significatività |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------|-------------------|------------|----------------------------|
| | \bar{x} | N=7 es | \bar{x} | N=4 es | \bar{x} | N=6 es | \bar{x} | N=7 es | \bar{x} | N=6 es | \bar{x} | N=14 es | |
| α-BHC | 0,44 | 0,18 | 2,01 | 1,37 | 1,64 | 0,62 | 0,27 | 0,12 | 0,56 | 0,19 | 2,90 | 0,39 | ** |
| β-BHC | 0 | - | 0 | - | 0,03 | 0,03 | 0 | - | 0 | - | 0,01 | 0,01 | n.s. |
| Lindano | 0 | - | 0 | - | 0,03 | 0,03 | 0 | - | 0,01 | 0,01 | 0,12 | 0,06 | n.s. |
| Eptacloro | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,01 | 0,01 | n.s. |
| Aldrin | 0,19 | 0,17 | 0,71 | 0,54 | 0,24 | 0,22 | 0,14 | 0,06 | 0,29 | 0,15 | 0,69 | 0,19 | n.s. |
| Dieldrin | 0 | - | 0 | - | 0,15 | 0,15 | 0 | - | 0 | - | 0,08 | 0,06 | n.s. |
| Endrin | 0,04 | 0,02 | 0,39 | 0,29 | 0,27 | 0,14 | 0,03 | 0,02 | 0,14 | 0,07 | 1,05 | 0,59 | n.s. |
| pp'DDE | 1,58 | 0,93 | 2,40 | 0,48 | 13,26 | 6,92 | 0,96 | 0,50 | 4,12 | 1,95 | 13,59 | 3,62 | * |
| op'TDE | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0 | - | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | n.s. |
| pp'TDE | 0,03 | 0,02 | 0,30 | 0,17 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,09 | 0,06 | 1,74 | 0,50 | ** |
| op'DDT | 0,11 | 0,06 | 0,19 | 0,07 | 0,70 | 0,43 | 0,05 | 0,04 | 0,25 | 0,13 | 1,04 | 0,28 | * |
| pp'DDT | 2,10 | 1,12 | 9,76 | 5,02 | 3,10 | 1,14 | 0,83 | 0,53 | 3,31 | 1,36 | 7,25 | 1,18 | ** |
| PCB | 0,12 | 0,12 | 1,86 | 1,24 | 4,60 | 2,06 | 0,21 | 0,17 | 2,04 | 1,17 | 6,81 | 1,83 | ** |
| sum | 4,64 | 1,50 | 17,70 | 6,37 | 24,06 | 9,50 | 2,55 | 0,96 | 10,87 | 2,60 | 35,32 | 7,20 | ** |

Tab. 2: analisi della varianza per corpo idrico: \bar{x} =ppm $\times 10^{-2}$;
 es = errore standard; n.s.: differenza non significativa;
 ■ significativamente diverso da _____

| | Fiume Ticino N=9 | | Canale Scavizzolo N=4 | | Lanca Moriano N=9 | | Canale Mangialoca N=6 | | Colo Roverini N=10 | | Lanca Piave N=5 | | livello di significatività |
|---------------|---------------------|------|--------------------------|-------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------|------|--------------------|------|-------------------------------|
| | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | |
| α -BHC | 1,55 | 0,70 | 2,23 | 1,18 | 0,89 | 0,39 | 1,34 | 0,50 | 1,58 | 0,44 | 2,17 | 1,06 | n.s. |
| β -BHC | 0,20 | 0,01 | 0 | - | 0 | - | 0,03 | 0,03 | 0 | - | 0 | - | n.s. |
| Lindano | 0,13 | 0,09 | 0,09 | 0,05 | 0 | - | 0 | - | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | n.s. |
| Eptacloro | 0,01 | 0,01 | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | n.s. |
| Aldrin | 0,13 | 0,08 | 0,36 | 0,36 | 0,59 | 0,30 | 0,48 | 0,19 | 0,57 | 0,22 | 0,07 | 0,05 | n.s. |
| Dieldrin | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,21 | 0,11 | 0 | - | * |
| Endrin | 1,05 | 0,93 | 0,48 | 0,37 | 0,32 | 0,16 | 0,03 | 0,02 | 0,41 | 0,14 | 0,09 | 0,05 | n.s. |
| pp'DDE | 6,25 | 3,48 | 12,19 | 9,85 | 7,78 | 4,18 | 1,50 | 0,48 | 11,85 | 4,07 | 3,03 | 0,62 | n.s. |
| op'TDE | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0 | - | n.s. |
| pp'TDE | 0,98 | 0,60 | 1,64 | 1,30 | 0,40 | 0,27 | 0,24 | 0,14 | 0,52 | 0,35 | 0,27 | 0,14 | n.s. |
| op'DDT | 0,28 | 0,17 | 0,91 | 0,80 | 0,66 | 0,34 | 0,03 | 0,03 | 0,79 | 0,25 | 0,25 | 0,19 | n.s. |
| pp'DDT | 3,72 | 0,91 | 7,46 | 3,68 | 3,20 | 1,74 | 3,88 | 1,49 | 5,26 | 1,19 | 6,14 | 4,25 | n.s. |
| PCB | 2,06 | 1,06 | 6,42 | 5,00 | 3,08 | 2,20 | 3,48 | 1,98 | 3,93 | 1,42 | 0,96 | 0,62 | n.s. |
| sum | 16,19 | 7,13 | 31,86 | 21,77 | 16,96 | 9,20 | 11,11 | 3,46 | 25,17 | 5,29 | 13,01 | 5,11 | n.s. |

Tab. 3: analisi della varianza per corpo idrico (escludendo A. anguilla, n=14):
 \bar{x} = ppmx10⁻²;
es = errore standard; n.s.: differenza non significativa;
■ significativamente diverso da _____

| | Fiume Ticino N=7 | | Canale Scavizzolo N=2 | | Lanca Moriano N=7 | | Canale Mangialoca N=4 | | Colo Roverini N=6 | | Lanca Piave N=3 | | livello di significatività |
|-----------|---------------------|------|--------------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|----------------------|------|--------------------|------|-------------------------------|
| | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | |
| ∞-BHC | 0,59 | 0,27 | 0,20 | 0,16 | 0,36 | 0,18 | 0,80 | 0,49 | 1,23 | 0,62 | 2,43 | 1,82 | * |
| β-BHC | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,04 | 0,04 | 0 | - | 0 | - | n.s. |
| Lindano | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,03 | 0,02 | 0 | - | n.s. |
| Eptacloro | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Aldrin | 0,06 | 0,05 | 0 | - | 0,22 | 0,17 | 0,57 | 0,28 | 0,47 | 0,37 | 0,09 | 0,09 | n.s. |
| Dieldrin | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,15 | 0,15 | 0 | - | n.s. |
| Endrin | 0,02 | 0,1 | 0,05 | 0,02 | 0,11 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,48 | 0,20 | 0,04 | 0,04 | * |
| pp'DDE | 1,26 | 0,89 | 1,14 | 0,04 | 3,36 | 1,78 | 0,89 | 0,45 | 13,68 | 6,78 | 2,38 | 0,85 | * |
| op'TDE | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,13 | 0,04 | 0,04 | 0 | - | 0,05 | 0,04 | 0 | - | n.s. |
| pp'TDE | 0,07 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,19 | 0,16 | 0,15 | 0,09 | 0,07 | 0,07 | n.s. |
| op'DDT | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,01 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,79 | 0,40 | 0,08 | 0,08 | * |
| pp'DDT | 2,72 | 0,81 | 4,51 | 4,44 | 0,62 | 0,23 | 3,65 | 2,16 | 4,42 | 1,69 | 7,89 | 7,49 | n.s. |
| PCB | 1,22 | 0,68 | 0,18 | 0,18 | 0,32 | 0,22 | 1,18 | 0,68 | 4,29 | 2,15 | 0 | - | * |
| sum | 6,00 | 2,61 | 6,35 | 4,97 | 5,27 | 2,31 | 7,42 | 2,43 | 25,75 | 9,32 | 12,99 | 9,12 | * |

Tab. 4: analisi della varianza per specie (escludendo il C. Roverini, n=10);
 \bar{x} = ppmx10⁻²;
 es = errore standard; n.s.: differenza non significativa;
 ■ significativamente diverso da □

| | Esox lucius N=7 | | Perca fluviatilis N=2 | | Rutilus erythrophthalmus N=4 | | Scardinius erythrophthalmus N=6 | | Leuciscus cephalus N=5 | | Anguilla anguilla N=10 | | livello di significatività |
|-----------|--------------------|------|--------------------------|-------|---------------------------------|------|------------------------------------|------|---------------------------|------|---------------------------|------|-------------------------------|
| | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | \bar{x} | es | |
| ∞-BHC | 0,44 | 0,19 | 3,38 | 2,66 | 1,20 | 0,57 | 0,30 | 0,14 | 0,49 | 0,21 | 3,22 | 0,48 | *** |
| β-BHC | 0 | - | 0 | - | 0,04 | 0,04 | 0 | - | 0 | - | 0,01 | 0,01 | n.s. |
| Lindano | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,16 | 0,08 | n.s. |
| Eptacloro | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0,01 | 0,01 | n.s. |
| Aldrin | 0,19 | 0,17 | 0,29 | 0,29 | 0,35 | 0,33 | 0,15 | 0,07 | 0,26 | 0,19 | 0,67 | 0,27 | n.s. |
| Dieldrin | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Endrin | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,16 | 0,08 | 1,36 | 0,81 | n.s. |
| pp'DDE | 1,57 | 0,93 | 2,32 | 0,18 | 2,48 | 1,39 | 0,96 | 0,59 | 3,63 | 2,32 | 15,38 | 4,95 | * |
| op'TDE | 0,04 | 0,04 | 0 | - | 0 | - | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | n.s. |
| pp'TDE | 0,03 | 0,02 | 0,33 | 0,33 | 0,12 | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 2,01 | 0,61 | ** |
| op'DDT | 0,11 | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,28 | 0,16 | 1,14 | 0,38 | ** |
| pp'DDT | 2,10 | 1,12 | 11,43 | 11,43 | 3,47 | 1,72 | 0,93 | 0,61 | 2,89 | 1,59 | 7,54 | 1,56 | ** |
| PC8 | 0,12 | 0,12 | 1,10 | 1,10 | 2,13 | 1,11 | 0,20 | 0,20 | 2,17 | 1,42 | 8,17 | 2,37 | ** |
| sum | 4,64 | 1,48 | 19,01 | 12,41 | 9,94 | 4,42 | 2,68 | 1,12 | 9,96 | 2,98 | 39,73 | 9,84 | ** |

| ETÀ | ΔBHC | βBHC | Lindano | Eptacloro | Aldrin | Dieldrin | Endrin | pp'DDE | op'TDE | pp'TDE | op'DDT | pp'DDT | PCB |
|-----------|------|------|---------|-----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| LT | * | | | | | | | | | | | | |
| ETÀ | | | | | | | | | | | | | |
| Δ-BHC | | | * | | | * | | * | | | * | * | * |
| β-BHC | | | | | * | | | | | | | | |
| Lindano | | | | | | * | * | * | | | * | | * |
| Eptacloro | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | | | | | | | | | * | * | | | |
| Dieldrin | | | | | | | * | * | | | * | | * |
| Endrin | | | | | | | | * | | | * | | * |
| pp'DDE | | | | | | | | | | | * | | * |
| op'TDE | | | | | | | | | | * | | | |
| pp'TDE | | | | | | | | | | | | | |
| op'DDT | | | | | | | | | | | | | * |
| pp'DDT | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 5 correlazioni significative tra le variabili (P< 0.05)

Pur considerando il fenomeno di accumulo complessivo, i valori riscontrati non sembrano essere incompatibili con il progetto di reintroduzione della lontra, e anche per l'uomo, che utilizza il pesce in misura decisamente minore, non appaiono allarmanti se rapportati ad altre modalità di assunzione.

BIBLIOGRAFIA

- ERNEY R.D. e coll., 1983 - Rapid screening procedure for pesticides and polychlorinated biphenyls in fish: collaborative study. - J. Assoc. Off. Anal. Chem., 66, 4: 969-973.
- GALASSI S., GANDOLFI G., PACCHETTI G., 1981 - Chlorinated Hydrocarbons in fish from the river Po (Italy). - Sci. Total Environ., 20: 231-240.
- PRIGIONI C., 1986 - Studio di fattibilità della reintroduzione della lontra *Lutra lutra* nel Parco del Ticino. - Piano di Settore Fauna del Parco Lombardo Valle del Ticino, 30 pp.
- SNYDER D., REINERT R., 1971 - Rapid separation of polychlorinated biphenyls from DDT and its analogues on Silica Gel. - Bull. Environ. Contam. Tox., 6, 5: 385-390.
- TURSI A., COSTANTINO G., MATARRESE A., 1989 - Relazione sulla qualità dell'ambiente fluviale relativa a studi condotti su parametri chimico-fisici delle acque, sul macrobentos e sulla fauna ittica di 5 fiumi dell'Italia centro-meridionale nell'ambito del "Progetto Lontra Italia". - Studiottanta, Mestre, 91 pp.
- VIVIANI R., CRISSETIG G., CORTESI P., CARPENE' E., 1974 - Résidus de polychlorobiphenyls (PCB) et de pesticides chlorés dans les poissons et les oiseaux du delta du Pô. - Rev. Intern. Océanogr. Méd., 35-36: 79-90.

* Si ringrazia il prof. Carlo Gandini del Dipartimento di Chimica Farmaceutica dell'Università di Pavia per l'analisi chimica dei campioni.