



Falco di palude (*Circus aeruginosus*). I Rapaci sono tra le specie ornitiche più colpite dall'avvelenamento da pesticidi. Essi sono situati al termine di complesse catene alimentari e ciò determina pericolosi tassi di accumulo nel loro organismo. (foto Laboratorio di Zoologia Applicata alla Caccia)

MARIO SPAGNESI - MASSIMO PANDOLFI

Pesticidi e metalli pesanti nell'ambiente marino: effetti sulla fauna

Al fine di ribadire ancora una volta la vasta portata del problema dell'inquinamento marino, si sono volute compilare queste brevi note che rappresentano una minima e parziale rielaborazione di dati raccolti per una ricerca, che in altra sede si sta svolgendo sul tema degli inquinamenti. Qui ci si è limitati

ad evidenziare alcuni fatti ed a proporre alcuni dati che appaiono meritevoli di attenzione.

Da sempre si è stati abituati a considerare il mare e gli oceani come qualcosa di sterminato, un infinito contenitore che per il semplice fatto di essere grande avrebbe saputo

nascondere e rendere inoffensiva qualunque cosa vi si fosse potuta scaricare. Ma non è certo così. Il mare è grande ma finito e lentamente con il passare degli anni alcuni effetti non desiderabili dovuti alla continua azione dell'uomo cominciano ad avvertirsi: inquinamenti da idrocarburi, inquinamenti da acque luride, fenomeni di eutrofizzazione, fanghi rossi e bianchi... e infine anche un inquinamento marino subdolo, che non sporca le acque, quello dei pesticidi e dei metalli pesanti che già a bassissime concentrazioni possono avvelenare migliaia di organismi. Queste sostanze poi non vengono degradate, non si decompongono che molto lentamente e permangono inalterate per anni e anni continuando a trasmettersi da un organismo ad un altro o accumulandosi nel sedimento di fondo.

In questo contesto si inserisce, proprio per combattere più efficacemente l'avanzare di questi fenomeni di degradazione dell'ambiente, lo studio sulla biologia e sull'ecologia degli organismi marini. Difatti vengono in tutto il mondo effettuate ricerche in questi campi e l'ecosistema marino viene indagato attraverso la conoscenza dei rapporti esistenti tra le singole specie e le condizioni al contorno.

Per valutare correttamente gli effetti dell'inquinamento a breve e a lungo termine è quindi necessaria anche una conoscenza profonda e dettagliata delle comunità biologiche. Indagini scientifiche sugli studi di popolazione si sono indirizzate solo recentemente verso lavori di tipo ecologico, ove si giunge a considerare le popolazioni e le comunità come unità biologiche e ad evidenziare le interazioni esistenti fra queste categorie ecologiche.

È ormai noto che molto spesso i fattori dell'inquinamento influenzano solo alcuni organismi di una comunità, ma le variazioni che subiscono queste specie sono sufficienti a modificare l'equilibrio esistente tra le diverse componenti biologiche della stessa comunità, provocando effetti a catena. Da ciò consegue che lo studio della biologia della specie diviene una base conoscitiva indispensabile per la più vasta ed importante biologia delle popolazioni.

Purtroppo mancano ancora ricerche integrate sui processi biochimici, biofisici ed ecologici: il cammino di un agente tossico in-

quinante all'interno dei popolamenti animali e vegetali non è infatti quasi mai noto e non se ne ha che una conoscenza puntiforme, la quale si limita ad esplorare solo qualche nodo della rete alimentare, generalmente in corrispondenza di organismi che interessano direttamente il sistema umano.

Per quanto riguarda la distribuzione e l'accumulo nella biosfera di alcune sostanze inquinanti, recenti statistiche hanno evidenziato come la quantità di insetticidi clororganici (DDT, aldrina e toxafene) distribuiti sull'intero pianeta nel 1969 sia stata di almeno tre milioni di tonnellate. Una certa percentuale di queste sostanze resta intrappolata nel suolo o nell'ecosistema terrestre in generale, mentre il 25% circa viene veicolato nei mari e negli oceani. Sostanze che possono volatilizzare, come il DDT, si disperdono nell'aria anche in percentuale del 50%, per cui l'atmosfera viene così a comportarsi come un enorme serbatoio di questi prodotti che possono poi ricadere con la pioggia in ogni punto della superficie terrestre, dando luogo ad un inquinamento generalizzato estremamente insidioso.

La presenza del DDT nelle nevi antartiche e nei tessuti di Foche, Pinguini e Balene (l'olio di Balena antartica conteneva nel 1970 da 24 a 32 ppm di DDT, fatto questo che può sembrare eccezionale, dato che detto insetticida non è mai stato usato in questo ambiente) è probabilmente da imputarsi al suo trasporto per via aerea.

Queste sostanze hanno poi una enorme capacità di concentrarsi ed accumularsi. I rilevamenti anche di bassissime concentrazioni di inquinanti nell'acqua di mare stanno spesso a significare sensibili quantità già presenti nel fitoplancton, primo anello della catena alimentare. Le esperienze di Meeks, effettuate con sostanze marcate, hanno infatti evidenziato come in tre giorni l'accumulo di DDT nelle alghe sia nell'ordine di 3.100 volte superiore alla concentrazione originaria. Le Diatomee marine immagazzinano il DDT nell'interno dell'organismo insieme alle riserve di olio e grassi e riescono così ad elevare la concentrazione del DDT da 190 a 260 volte e dei PCB (Poli Clorur Bifenili) anche di 1.000 volte quello dell'acqua di mare.

Anche lo zooplancton presenta una notevole capacità di assumere ed accumulare organoclorurati. In un periodo di 24 ore Reinert

ha misurato nello zooplacton concentrazioni da 14.000 a 23.000 volte superiori a quelle del mezzo, mentre alcuni piccoli pesci possono addirittura raggiungere un valore di 50.000 volte dopo 18 giorni.

Da questi primi dati si può dedurre che tali sostanze sono già diffusamente presenti nel plancton, componente di base sul quale si fonda tutto l'ecosistema marino.

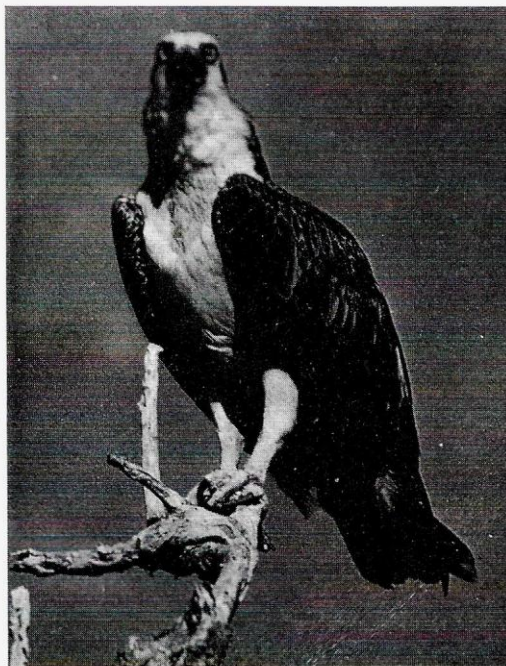
Infatti gli studi compiuti sul metabolismo delle Diatomee hanno messo in risalto che già a concentrazioni di pesticidi di poche parti per miliardo si determina inibizione delle capacità fotosintetiche degli organismi. Indagini di campo svolte nei laghi Eire ed Ontario hanno accertato una diminuzione del 12% della produttività a concentrazioni di 1 ppb (= parti per miliardo) di DDT nell'acqua.

Pure molto elevata è la tossicità dei pesticidi nei riguardi dello zooplancton: l'*Artemia*, un piccolo crostaceo marino conosciuto soprattutto per la sua elevata capacità di riuscire a sopportare elevate concentrazioni saline, in condizioni sperimentali viene ucciso in 5 giorni a dosi di 0,01 ppb di DDT; altri crostacei del genere *Daphnia* e *Gammarus* si dimostrano altrettanto sensibili agli insetticidi clorurati o ai PCB.

Per i noti fenomeni di trasmissione di queste sostanze lungo le catene alimentari e del loro accumulo negli organismi, che occupano i livelli trofici più elevati, è facile immaginare che, se tali sostanze vengono immesse nell'ambiente marino, esse saranno facilmente individuate nei pesci predatori o quanto meno planctonofagi. E non è detto che i mari italiani siano immuni da questo tipo di contaminazione, anzi concentrazioni anche elevate di DDT e PCB sono state riscontrate in alcune specie ittiche molto importanti per la pesca in Adriatico, come lo Spratto (*Clupea sprattus*), il Sardone (*Engraulis encrasicolus*), la Sardina (*Sardina pilchardus*).

Le analisi, eseguite ogni due mesi nel corso del 1970 sulle indicate specie, hanno rilevato che erano presenti residui di DDT e PCB in valori variabili da 0,18 a 1,06 ppm, con dei massimi per quanto riguarda la contaminazione delle Sardine.

I valori suddetti, riferiti al tessuto fresco, sono inferiori al limite di tolleranza di 5 ppm per il DDT e i suoi metaboliti previsto dalla Food and Drug Administration nei prodotti



Falco pescatore (*Pandion haliaetus*). Questo splendido rapace è attualmente in grave diminuzione praticamente lungo l'areale della sua distribuzione. Alla diminuzione di fertilità accertata in numerosissimi esempi di nidificazione, si accompagna una relativa confidenza con l'uomo; questo fatto lo rende facile vittima dei cacciatori. Le sue popolazioni sono quindi in continuo allarmante decremento. (foto M. Pandolfi)

della pesca. Se si considerano però i residui come ppm nei lipidi totali, nei periodi dell'anno in cui i grassi nei tessuti raggiungono i minori livelli (periodo magro o di riproduzione), tale limite viene largamente superato.

Le analisi degli effetti dei pesticidi su diverse specie di pesci hanno recentemente fornito dati estremamente interessanti su alcuni fenomeni di comportamento legati alla somministrazione di dosi subletali. Si è così osservato come minime variazioni del chimismo del mezzo possano indurre azioni che, anche se non legate ad una mortalità diretta, hanno come effetto secondario o collaterale la impossibilità da parte del soggetto trattato a sopravvivere. Ciò è spesso dovuto a variazioni nell'etologia del soggetto, che rendono l'animale inadatto all'ambiente che lo circonda. A questo riguardo il Salmone americano (*Salmo salar*), trattato con diversi insetticidi, ha offerto interessanti responsi. Infatti su di esso si è riscontrato che organo-

fosfati come il Sumithion e l'Abate influiscono sulle capacità di apprendimento; un trattamento di 96 ore a dose subletale di Sumithion ha inibito completamente la capacità di apprendimento, mentre il Fenitrothion a dosi di 1 ppm ha modificato a tal punto il comportamento del Salmone da far sì che esso non avesse più la capacità di conservare il suo territorio. Il Sumithion determina inoltre sugli individui trattati alterazioni che li rendono incapaci di difendersi dalla predazione, per cui soccombono inermi all'attacco di pesci di maggiori dimensioni.

Effetti simili sono stati riscontrati anche in *Salvelinus fontinalis*, infatti pesci sottoposti ad un certo condizionamento lo dimenticano completamente se esposti successivamente a dosi subletali di DDT, il quale sembra agire a livello del sistema nervoso centrale.

Da tali osservazioni si deduce che le conseguenze dei pesticidi sono in realtà ben più insidiose di quanto possa sembrare ad una semplice osservazione basata soltanto sul computo della tossicità. In un qualunque ecosistema questi prodotti possono indurre delle variazioni non sempre facilmente accertabili ad una prima osservazione, in quanto i loro effetti potrebbero essere confusi con quelli di normali cause naturali (eliminazione di una popolazione a causa della predazione di altre specie, ecc.).

Anche i metalli pesanti hanno la capacità di trasmettersi facilmente lungo la catena alimentare, provocando fenomeni di accumulo piuttosto insidiosi.

Un metallo pesante presente nei pesci e pericoloso anche per l'uomo a causa del suo potere di accumulo è il mercurio. Per questo elemento il limite fissato dalla F.A.O. per la commestibilità della carne di pesce è di 0,02-0,05 ppm, mentre la U.S. Food and Drug Administration lo ha elevato a 0,5 ppm. Nonostante queste norme, nel 1972 il tonno inscatolato in Italia conteneva percentuali di mercurio comprese tra 1 e 1,07 ppm, quantità notevolmente superiore quindi ai limiti mondiali di accettabilità.

Un esempio chiarificante sulla pericolosità del mercurio presente nei pesci ci è offerto dai casi di Minamata e Nijgata (Giappone), dove su 241 persone che avevano consumato pesce inquinato ben 52 sono decedute, mentre i sopravvissuti sono stati resi più o meno

invalidi da gravi alterazioni a carico del sistema nervoso.

Effetti sugli uccelli

Pesticidi - Gli effetti nefasti dei pesticidi sugli uccelli marini hanno ormai raggiunto un livello di vera e propria catastrofe ecologica. Nell'ecosistema marino i rappresentanti di questa Classe si comportano generalmente come superpredatori, in quanto si cibano di pesci pelagici a loro volta predatori di altri pesci. Questi uccelli vengono così a trovarsi al vertice della catena alimentare, ciò che esalta notevolmente i fenomeni di accumulo di quelle sostanze capaci di trasmettersi inalterate, mantenendo a lungo la loro tossicità.

Sin dal 1950 gli ornitologi di tutto il mondo furono messi in allarme dai preoccupanti fenomeni di riduzione delle capacità riproduttive di numerose specie, tra le quali alcuni Rapaci: Falco pellegrino (*Falco peregrinus*), Sparviero (*Accipiter nisus*) ed Aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Un confronto tra uova deposte in quel periodo con quelle presenti nelle raccolte di alcuni musei mise in evidenza nelle prime una marcata diminuzione dello spessore del guscio. Tale fenomeno ebbe inizio circa nel 1946, immediatamente dopo che gli insetticidi clororganici divennero di uso comune ed indiscriminato in agricoltura.

Ricerche effettuate in Inghilterra su 1729 uova di Falco pellegrino e di Falco pescatore (*Pandion haliaetus*) prelevate da collezioni private e da 29 musei, permisero di accertare che a partire dal 1947 il peso dei gusci delle uova diminuì del 18-26%. Ulteriori osservazioni su esemplari finlandesi di Aquila di mare (*Haliaetus albicilla*) dimostrarono una netta alterazione dello spessore dei gusci delle uova negli ultimi anni: dal 1884 al 1935 si misurarono spessori di $\bar{x} = 0,614 \pm 0,007$ mm, mentre dal 1967 al 1971 si passò ad un valore di $\bar{x} = 0,525 \pm 0,017$ mm.

Recentemente il noto ornitologo P. Géroudet ha stimato in Norvegia la più vasta popolazione di Aquila di mare (circa 300 esemplari), rilevando nel contempo il pericolo di avvelenamento da pesticidi e mercurio. In questi ultimi anni la regressione di questo rapace è divenuta ormai costante ed allarmante e in nessuna Nazione europea esso si dimostra in ripresa. In Italia è estinto;



Pellicani (Pelecanus onocrotalus). La situazione del Pellicano bruno (Pelecanus occidentali) è drammatica. Sono stati infatti riscontrati tassi di nidificazione pari al 5% di quelli normali.

(Foto Laboratorio di Zoologia Applicata alla Caccia)

Gabbiano comune sul nido (Larus ridibundus). La riproduzione di numerose popolazioni di Gabbiano è attualmente minacciata dall'azione dei pesticidi.

(Foto Laboratorio di Zoologia Applicata della Caccia)



in Finlandia nel 1972 si contavano soltanto 22 individui e di questi solo due coppie portarono a termine la nidificazione, mentre altri sette nidi furono allestiti, ma la nidificazione non ebbe luogo. Nel 1972 in Svezia furono osservate soltanto 49 coppie di Aquila di mare, ma soltanto 24 nidificarono e nacquero non più di ottogiovani. Le osservazioni sulle ultime quattro coppie di questa specie presenti in Germania nel 1970 ci offrono un altro esempio della sterilità indotta dai pesticidi: le uova non schiuse di tre nidi contenevano embrioni morti con dosi elevatissime di DDE e PCB, mentre nel quarto nido un solo giovane ha preso il volo.

In realtà quasi tutte le popolazioni di Rapaci soffrono della crisi di alterazione ambientale ed in particolare quelli legati ad una alimentazione di pesci di mare sono in grave regressione in tutta Europa e nel Nord America, a causa delle reazioni tossiche provocate dagli insetticidi clorurati. I casi dell'Aquila di mare e del Falco pescatore non dimostrano soltanto che queste specie sono in immediato pericolo di estinzione, ma anche che gli ecosistemi marini, specialmente al termine della catena alimentare, si possono considerare gravemente danneggiati.

Molte tecniche sono state impiegate per valutare gli effetti dell'avvelenamento da pesticidi a carico delle popolazioni di Pellicano bruno (*Pelecanus occidentalis*), specie continuamente esposta all'azione di questi prodotti presenti nei pesci di cui si ciba.

Nel 1969 le colonie che nidificavano nella zona di Anacapa Island (California) non dettero alla luce alcun giovane sia a causa della sterilità indotta negli adulti, sia per la fragilità delle uova, che dopo pochissimi giorni di incubazione si ruppero sotto il peso dei genitori in cova. Negli anni successivi la situazione è andata peggiorando e non accenna tuttora a migliorare, se non localmente e sporadicamente. Infatti rilevamenti effettuati nel 1973 nel Golfo di California evidenziarono nei Pellicani bruni un tasso di nidificazione pari al 5-20% rispetto a quello normale, con un 90-95% degli individui nidificanti che abbandonarono il nido prima della schiusa delle uova.

Altre 12 colonie di Pellicani bruni presenti lungo le coste dell'Atlantico stanno mostrando gli stessi sintomi.

Pure per i Gabbiani si sono verificati tassi di nidificazione del 30-50% inferiori a quel-

li normali e decrementi simili sono stati rilevati per Sterne e Cormorani.

KEITH J. A. (1964) si interessò alla riproduzione di una popolazione di Gabbiani reali abitanti in una zona contaminata da DDT ed osservò i più bassi indici riproduttivi mai rilevati. L'esame delle uova accertò la presenza di residui di DDT, di DDE e DDD ed in alcune di esse la somma dei tre prodotti raggiunse i 226 ppm.

L'importanza della sintomatologia «assottigliamento del guscio delle uova» è duplice. Infatti essa fa sì che un singolo carattere misurato su alcune specie possa funzionare da indicatore biologico delle condizioni generali dell'ecosistema, denunciando le gravi alterazioni intervenute ed evidenziando il tasso di inquinamento, che ha ormai superato il livello di pericolo, inoltre permette il rilevamento di tutta una serie di alterazioni metaboliche che culminano nella modificazione della frazione carbonatica del guscio dell'uovo, il quale diviene a tal punto sottile da spezzarsi sotto il peso dei genitori in cova. Ciò può rendere ragione anche dell'elevato numero di casi di «eggs-eating» da parte dei genitori. Il cibarsi delle uova è generalmente considerato un meccanismo adattamento in circostanze naturali, per cui quando un uovo si rompe il genitore dimostra una forte tendenza ad allontanarlo dal nido e tale azione tende alle volte a trasformarsi nella ingestione della prole e dei frammenti di uovo. È evidente che la sottigliezza del guscio tende a moltiplicare il rischio di rottura dell'uovo, perciò stimola sempre più di frequente questo comportamento che d'altronde viene ad essere esaltato anche in casi di carenza di calcio.

Interessanti rilevamenti sono stati compiuti in Scozia su uccelli pelagici nei quali è stato accertato un contenuto in organo-clorurati di 1 ppm nel tessuto muscolare e 24 ppm di PCB nel fegato; in un esemplare sono stati addirittura riscontrati 535 ppm di PCB e 67 ppm di DDE nei tessuti grassi. Durante questa serie di rilievi sono stati anche rinvenuti numerosi uccelli agonizzanti per avvelenamento da pesticidi: un esemplare, la cui sintomatologia mostrava disorganizzazione nella coordinazione, impotenza al volo e difficoltà a camminare, non presentava all'analisi altre anomalie che un'alta percentuale di cloroderivati nell'organismo: 311 ppm di PCB

nei tessuti del fegato. A seguito di avvelenamenti sperimentali si è constatata una identica sintomatologia ad una dose letale di 345 ppm per i tessuti del fegato.

Da quanto si è detto, l'inquinamento generalizzato, cui si è giunti, è causa di grave pericolo per la sopravvivenza di numerose specie ornitiche, sebbene esistano alcune speranze derivate dal fatto che in alcune località, ove da qualche anno è stato vietato l'uso di pericolosi pesticidi, si è notato un lieve miglioramento nell'andamento della nidificazione di alcune specie altrove ancora in forte regressione. Infatti in un censimento sul Falco pellegrino, effettuato da D. A. RATCLIFF nel 1971 in Gran Braetagna, si riscontrò come la percentuale di nidificazioni condotte a buon termine, dopo avere toccato nel 1963 un minimo del 44% della popolazione esistente prima della guerra, risalì al 54% nel 1970, grazie al bando di alcuni insetticidi clororganici. Risultati simili si sono avuti in Scozia ove i composti organoclorurati del gruppo della dieldrina furono vietati dal 1966: da una popolazione di Aquila reale pari al 29% di quella del periodo 1937-1960 si è ritornati a valori che raggiungono attualmente il 72% della stessa popolazione.

In realtà questi miglioramenti locali sono stati rilevati su specie che si nutrono precipuamente di mammiferi ed uccelli terrestri. La situazione nell'ambiente marino è certamente più complessa a causa del maggior periodo di permanenza delle sostanze tossiche nell'ecosistema, della maggiore dispersione dell'inquinante ed in definitiva a causa della maggiore stabilità e capacità di automantenimento dell'ecosistema marino rispetto a quello terrestre.

Metalli pesanti - Nei casi di forte accumulo di mercurio si sono riscontrate alterazioni nel metabolismo del calcio (uova con spessore del guscio più sottile o addirittura senza guscio), diminuzione del numero delle uova deposte, «eggs-eating» da parte dei genitori, difficile schiudibilità delle uova.

Ricerche effettuate sull'Astore (*Accipiter gentilis*) hanno dimostrato come il contenuto in composti alchilmercurici di MeHg nell'organismo sia aumentato dal 1940 ad oggi del 10-20%.

Alcune specie di Anatre selvatiche dell'Ontario raggiungono valori di accumulo di 7,4 ppm di metilmercurio, tanto che in alcune

zone del Canada è stata vietata la caccia agli Anatidi perché contenenti percentuali di mercurio pericolose per l'uomo.

Effetti sui mammiferi

Pesticidi e metalli pesanti - Anche i mammiferi marini sono contaminati da queste sostanze ed un dato estremamente indicativo può essere quello della presenza di pesticidi negli oli in commercio tratti dal grasso di Foche, Leoni marini, Balene e Capodogli. Nell'olio di Foca si riscontrano fino a 8 ppm di DDT e 7 ppm di PCB, mentre l'olio di Balena antartica nel 1950 conteneva 0,1 ppm di DDT, nel 1966 aveva raggiunto i 35-40 ppm, nel 1967 fino a 23 ppm e nel 1970 da 24 a 32 ppm.

I Leoni marini possono presentare altissime concentrazioni nello strato di grasso (da 40 a 2.700 ppm di DDT) e nel cervello (da 0,2 a 34 ppm). Questi livelli non sembrano essere direttamente letali per questa specie, sebbene, specialmente la concentrazione di DDT nel cervello, sia assai vicina alla concentrazione letale per gli uccelli, che è di circa 30 ppm.

Un altro effetto particolarmente grave è stato recentemente osservato nei Leoni marini della California (*Zalophus californianus californianus*), sono stati infatti riscontrate alte percentuali di parti prematuri in femmine che contenevano nei propri tessuti concentrazioni elevate di pesticidi. I piccoli sono nati prematuri anche di quattro mesi (in febbraio invece che a maggio), quelli nati in febbraio si presentavano privi di pelliccia e dopo poche ore soccombevano. I prematuri dei mesi successivi erano invece coperti di pelliccia, ma presentavano disorganizzazione motoria, respiro breve ed affannoso, polmoni non completamente areati.

Le percentuali di parti prematuri non sono state stabilite, ma in due osservazioni effettuate sull'Isola di S. Miguel, furono contati 700 decessi su di una popolazione di 10-15.000 esemplari; all'Isola Nicolas si contano 442 prematuri deceduti su di una popolazione di femmine di 5.500 esemplari. Analisi compiute su esemplari di queste popolazioni hanno mostrato come le concentrazioni in DDE (che si presentava come il metabolita più abbondante) fossero molto più alte (da 4 a 8 volte) in femmine che avevano par-

torito piccoli prematuri; nel cervello dei prematuri la concentrazione di DDT era doppia di quella dei giovani normali. Queste alte concentrazioni in organoclorurati (DDT e PCB) sarebbero senz'altro responsabili di questa grave situazione.

I livelli raggiunti sono veramente altissimi: nel grasso dei prematuri sono stati riscontrati fino ad 824,4 ppm di DDT e 112,4 ppm di PCB (media su 6 esemplari), nel cervello rispettivamente 2,8 e 0,45 ppm, nel fegato 25,2 e 5,7 ppm.

Questo nuovo fatto ci fa considerare sotto un altro aspetto le notizie già note sulle alte percentuali di questi composti in Leoni marini, Foche, Balene, Focene, ecc., mentre sembrava che questi animali sopportassero abbastanza bene anche alte concentrazioni. Appare chiaro come ciò non sia esatto in quanto le alterazioni metaboliche che senz'altro intervengono hanno purtroppo aspetti negativi sulla prole e quindi sull'indice di natalità della specie. Come al solito questi effetti sono particolarmente insidiosi perché l'apparente salute degli individui adulti non esclude invece la morte della prole per avvelenamento.

Ancora una volta c'è da chiedersi se queste azioni di progressivo deterioramento del nostro patrimonio ambientale siano giustificate dal miraggio di raccolti sempre più copiosi o dalla soddisfazione di non essere più circondati dalle fastidiose zanzare!

Anche il mercurio è estremamente diffuso nei tessuti e negli organi dei mammiferi. I dati raccolti nel 1969-'71 su 61 esemplari di Focena (*Phocaena phocaena*), frequentatori delle coste del Canada, diedero un contenuto totale in mercurio da 0,21 a 2,58 ppm nel tessuto muscolare e da 0,55 a 91,30 ppm nel fegato.

Nelle Foche delle acque della Gran Bretagna sono stati accertati fino a 0,7 ppm di mercurio nel cervello, 113 ppm nel fegato e 11,6 ppm di cadmio nel rene. Altre indagini sulle Foche hanno rilevato la presenza anche di altri metalli pesanti: nei denti di esemplari delle nuove Ebridi 32,7 ppm di piombo, 145 ppm di zinco, 14,3 ppm di cromo, 4,1 ppm di rame, 3,8 ppm di cadmio.

Conclusioni

La breve rassegna presentata su alcune delle più significative ricerche condotte da

diversi sperimentatori, al fine di accertare le conseguenze dell'inquinamento marino da pesticidi e metalli pesanti, permette di avere un'idea sommaria dei gravi problemi che ne derivano, sia per gli effetti primari, sia per quelli secondari che provocano sulla flora, sulla fauna e sugli equilibri biologici in genere.

Le azioni combinate dell'inquinamento, della distruzione degli ambienti naturali e della caccia indiscriminata minano la sopravvivenza di 280 specie di Mammiferi, 200 specie di Uccelli, 350 specie di Pesci e 2.000 specie vegetali: un vero e proprio attentato alla natura, che occorre riparare al più presto non solo per la salvaguardia delle risorse naturali, ma per la stessa sicurezza e sopravvivenza dell'umanità.

BIBLIOGRAFIA

- ADDISON R. F., ZINCK M. E. e ACKMAN R. G., 1972 - *Residues of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in some commercially produced canadian marine oils*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 29: 349-355.
- ANDERSON J. M. and PRINS H. B., 1970 - *Effects of sublethal DDT on a simple reflex in brook trout*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada, 27: 332-334.
- BENINI D'ADDIO C., PANDOLFI M., SPANESI M., 1974 - *Brevi cenni sugli effetti dell'inquinamento marino da pesticidi e metalli pesanti*, «Atti IV Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura», Ed. Cacucci, Bari.
- BETTINI V., 1972 - *Il problema del mercurio*, «Ecologia», n. 1.
- BIESINGER K. E., CHRISTENSEN G. M., 1972 - *Effects of various metals on survival, growth, reproduction and metabolism of Daphnia magna*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 29: 1691-1700.
- BITMAN J., CECIL H. C. and FRIES G. F., 1970 - *DDT-induced inhibition of avian shell gland carbonic anhydrase: a mechanism for thin eggshells*, «Science» 168: 594-596.
- BLUS L. J., 1970 - *Measurements of Brown Pelican eggshells from Florida and South Carolina*, «Bioscience» 20 (15): 867-869.
- BOGAN J. A., 1972 - *Organochlorine levels in Atlantic seabirds*, «Nature» n. 5380.
- CADE T. J. and FYFE R., 1970 - *The North American Peregrine Survey*, «Canad. Field Nat.» 84: 231 - 245.
- EVERETT M. J., 1971 - *The Golden Eagle survey in Scotland in 1964-1968*, «Brit. Birds» 64: 49-56.
- FIMREITE N., FYFE R. W. and KEITH J. A., 1970 - *Mercury contamination of Canadian prairie seed eaters and their avian predators*, «Canad. Field Nat.» 84: 269-276.
- GASHIN D. E., 1972 - *Mercury in harbor porpoises (Phocaena phocaena) from the bay of Fundy*

- region, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 29: 1644-1646.
- GEROUDET P., 1973 - *La situazione dei Rapaci in Europa*, «Atti Convegno Internazionale sullo stato degli Uccelli Rapaci in Europa», Aosta 1973.
- GILMARTIN G. W., SIMPSON J. G., 1973 - *Premature births in California Sea Lions: association with high organochlorine pollutant residue levels*, «Nature», 21 Sept.
- GLOOSCHENKO W. A., 1971 - «Int. Ass. Great Lake Res.», 14 th. Conf. Toronto, 219-223.
- GROSCH D. S., 1967 - «Science», N. Y. 155: 592-593.
- HAPPLESTON P. B. e FRENCH M. C., 1973 - *Mercury and other metals in British seals*, «Nature» 5405.
- HARUHIITO T., 1969 - *Medical aspects of Minamata disease*, «R.I.O.M.», 13-14: 5-35.
- HATFIELD C. T. e ANDERSON J. M., 1972 - *Effects of two insecticides on the vulnerability of Atlantic Salmon (Salmo salar) parr to Brook Trout (Salvelinus fontinalis) predation*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 29: 27-29.
- HATFIELD C. T. e JOHANSEN P. H., 1972 - *Effects of four insecticides on the ability of Atlantic Salmon parr (Salmo salar) to learn and retain a simple conditioned response*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 29: 315-321.
- HENNY C. J. and WIGHT H. M., 1969 - *An endanlity and production*, Auk 86: 188-198.
- HICKEY J. J. and ANDERSON DANIEL W., 1968 - *Chlorinated hydrocarbon and Eggshell changes in Raptorial and Fish-Eating Birds*, «Science» 162 (3850): 271-273.
- JOHNELS A., 1969 - *Mercury contamination of the environment in Sweden*, «Chemical Fallout», 221-241.
- JUN UI, 1969 - *Minamata disease and water pollution by industrial waste*, «R.I.O.M.» 13-14: 37-44.
- KEITH J. A., 1964 - *Reproductive success in a DDT - contaminated population of herring gulls*, «U. S. Dept. of the Interior - Fish and Wildlife Service», Circular 226, Washington, August, 1965.
- KOIVUSAARI J. NUUYA I., PALOKANGAS R., VIHKO V., 1972 - *Decrease in eggshells thickness of the white tailed Eagle in Finland during 1884-1971*, «Ornis Fenn.» 49 (1): 11-13.
- LEPORATI L., SPAGNESI M., MELOTTI P., ANDREUCCI A., 1974 - *Ricerche sperimentali preliminari degli effetti di alcuni fitofarmaci su specie selvatiche*, «Ric. Biol. Selv.», n. 60, Laboratorio di Zoologia applicata alla Caccia, Bologna.
- MAJORI L., 1969 - *Ricerche sull'inquinamento delle acque del mare nell'alto Adriatico*, Commissione Oceanografica C.N.R.
- MEEKS R. L., 1967 - Thesis, Ohio State University.
- MEEKS R. L., 1968 - *The accumulation of 36 ll ring-labeled DDT in a freshwater marsh*, Wildlife Management, 32, (2), 376-398.
- Naturope - «Bulletin du Centre Européen d'information pour la conservation de la nature», Conseil de l'Europe 1971-72-73-74.
- PANDOLFI M., 1973 - *La protezione degli uccelli Rapaci*, «Natura e Montagna», n. 2.
- PERLMAN D., 1969 - *Pesticides causing rapid extinction of the Brown Pelican*, «Can. Field Nat.» 83 (2): 173-174.
- PETERLE T. J., 1969 - *Nature, Lond.*, 224, 620 only.
- PRATESI F., *La situazione degli uccelli rapaci oggi in Italia*, «Atti Conv. Int. sullo stato degli uccelli rapaci in Europa», Aosta 1973.
- di stampa).
- RATCLIFFE D. A., 1970 - *Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some British birds*, «J. Appl. Ecol.», 7 (1): 67-115.
- REINERT R. E., 1972 - «J. Fish. Res. Bd.», Canada, 29: 1423-1428.
- SPAGNESI M., MELATTI P., 1974 - *Effetti di alcuni fitofarmaci sulla fauna selvatica*, Atti Convegno «Difesa della fauna dei veleni usati in agricoltura», comitato Provinciale della Caccia, Pesaro.
- SPAGNESI M., MELATTI P., PANDOLFI M., 1974 - *Conseguenze ed effetti dell'uso dei pesticidi sulla fauna selvatica*, «Atti IV Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura», Ed Cacucci, Bari.
- SYMONS P. K. E., 1973 - *Behavior of young Atlantic Salmon (Salmo salar) exposed to or forced fed fenitrothion, an organophosphate insecticide*, «J. Fish. Res. Bd.», Canada 30: 651-655.
- VIVIANI R. et al., 1973 - *Residui di pesticidi clorurati e di bifenili policlorurati nei Clupeiformi adriatici*, «Atti 5° Coll. int. oceanogr. med.», Messina 607-621.
- WILDISH D. J., 1970 - *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.* 5: 202-204.
- WILDISH D. J. and ZITKO V., 1971 - *Marine Biology*, Berlin, 9 (3): 213-218.
- W. W. F. - *Bollettino dell'Appello Italiano del Fondo Mondiale per la Natura*, 1970-71-72-73-74.

Autori: dott. MARIO SPAGNESI - Laboratorio di Zoologia appl. Caccia - Bologna
dott. MASSIMO PANDOLFI - Tecneco (Fano).