

Contaminanti organici persistenti nelle reti trofiche antartiche

L'Antartide e L'Oceano Meridionale sono considerati di rilevanza cruciale per gli equilibri ecologici del nostro pianeta in relazione, per esempio, ai cambiamenti climatici globali, al bilancio delle acque dolci, agli equilibri globali degli ecosistemi, alla salute. E' importante sapere che gli ecosistemi antartici sono molto fragili e minime alterazioni possono causare conseguenze drammatiche, spesso irreversibili, essendo molto bassa la loro capacità di resilienza.

La conoscenza dei livelli e degli andamenti di contaminanti tossici e persistenti può migliorare la comprensione dei rischi per gli organismi, incluso l'uomo, ed è molto importante per la valutazione della salute ambientale e per le possibili conseguenze su scala globale.

I contaminanti organici persistenti

I contaminanti organici persistenti (Fig.1) (*Persistent Organic Pollutants*, POPs) sono idrocarburi alogenati prodotti sinteticamente in laboratorio dall'uomo.

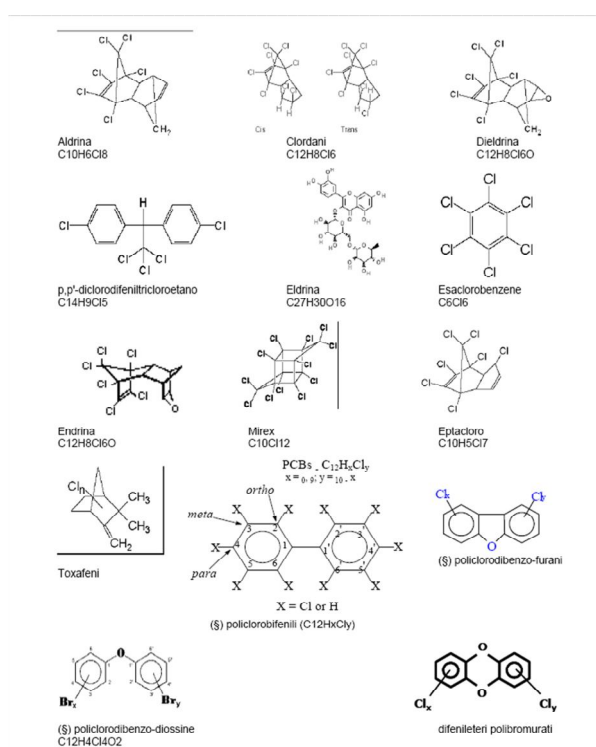


Fig. 1: Alcuni composti organici persistenti rilevati negli organismi antartici.

La contaminazione ambientale

Non essendo molecole naturali, una volta immesse nell'ambiente sono difficilmente degradabili e gli organismi non sono in grado di metabolizzarli. Per tale ragione possono inquinare l'ambiente ed essere tossici per gli organismi, incluso l'uomo. Molti di essi sono prodotti industrialmente e largamente utilizzati nell'industria, nelle attività agricole e da tutti noi nella vita quotidiana. Alcuni di questi POP possono formarsi durante i processi produttivi di queste sostanze come prodotti indesiderati o secondari di produzione e presentare caratteristiche di pericolosità e tossicità simili.

I POP includono diversi gruppi di composti chimici con struttura e proprietà fisico-chimiche simili, che provocano gli stessi effetti tossici. Sono stati e sono largamente usati ovunque nel mondo in agricoltura (pesticidi; esempi: aldrina, clordani, diclorodifeniltricloroetano o DDT, dieldrina, endrina, esaclorobenzene o HCB, mirex, eptacloro, toxafeni), nell'industria (esempi: policlorobifenili o PCB, difenileteri polibromurati o PBDE) e come presidi sanitari (esempi: DDT, perfluoroottanosulfonato o PFOS). Tutte queste sostanze sono sintetiche, ubiquitarie, e idrofobiche e presentano un potenziale di trasporto a lungo raggio (LRTP). Sono persistenti nel suolo e nei sedimenti e hanno un tempo di dimezzamento nell'ambiente che può essere misurato in anni o molte decadi. Non sono molto volatili (evaporano dal suolo e dalle acque con difficoltà) e mostrano elevata stabilità termica e chimica. A causa della loro resistenza alla biodegradazione sono anche chiamati xenobiotici (dal greco *xenos* = straniero, *bios* = vita, quindi estraneo alla vita).

Caratteristiche di Antartide e Oceano Meridionale importanti per la contaminazione

L'Antartide è un continente coperto di neve e ghiacci perenni circondato dall'Oceano Meridionale che lo isola da altre terre emerse; la Corrente Circumpolare Antartica (*Antarctic Circumpolar Current*, AAC) costituisce un confine geografico che delimita e isola l'Oceano Meridionale dagli altri oceani. L'isolamento geografico e il clima estremo del continente e dell'Oceano Meridionale sono responsabili della tardiva scoperta (ufficiale nel 1820) da parte degli esploratori e dell'assenza di attività e manufatti (città, industrie, attività agricole e minerarie), con l'eccezione delle stazioni di ricerca scientifica.

Molti studi hanno dimostrato che persino questa remota area della Terra è stata raggiunta da inquinanti come quelli definiti contaminanti organici persistenti (*Persistent Organic Pollutants*, POPs). La contaminazione del continente antartico fu riportata per la prima volta nel 1966 e da allora si osserva un crescente interesse per lo studio e il monitoraggio dei POP in quella che è



La contaminazione ambientale

considerata l'ultima area incontaminata del pianeta. Tale consapevolezza è cresciuta durante gli ultimi anni, quando la ricerca scientifica ha evidenziato che l'Artide si comporta da serbatoio finale per molti POP (www.amap.no).

La AAC isola l'Oceano meridionale dagli altri oceani per cui l'apporto di acqua da questi è ritenuto basso. La Corrente Nord Atlantica Profonda (*North Atlantic Deep Water, NADW*) scorre a circa 2000 m di profondità verso sud, raggiungendo l'Oceano Meridionale, dove si miscela con la AAC. Trasporta acque dall'emisfero settentrionale, dove i POP sono e sono stati largamente prodotti e utilizzati. Si ipotizza che la NADW trasporti verso l'emisfero australe contaminanti che sono stati usati nell'emisfero boreale almeno due anni prima.

I contaminanti volatili e semi-volatili come i POP possono essere trasportati verso le aree remote dell'oceano e del continente antartici mediante le masse d'aria. La condensazione fredda e il frazionamento globale sono stati proposti come meccanismi di trasporto (Fig. 2) di contaminanti verso le aree polari: la Terra e l'atmosfera che la circonda funzionerebbero come un grande distillatore, dove i contaminanti si spostano dalle basse alle alte latitudini, mediante processi di evaporazione e condensazione, in relazione alle proprietà chimico-fisiche dei POP e alla temperatura dell'aria.

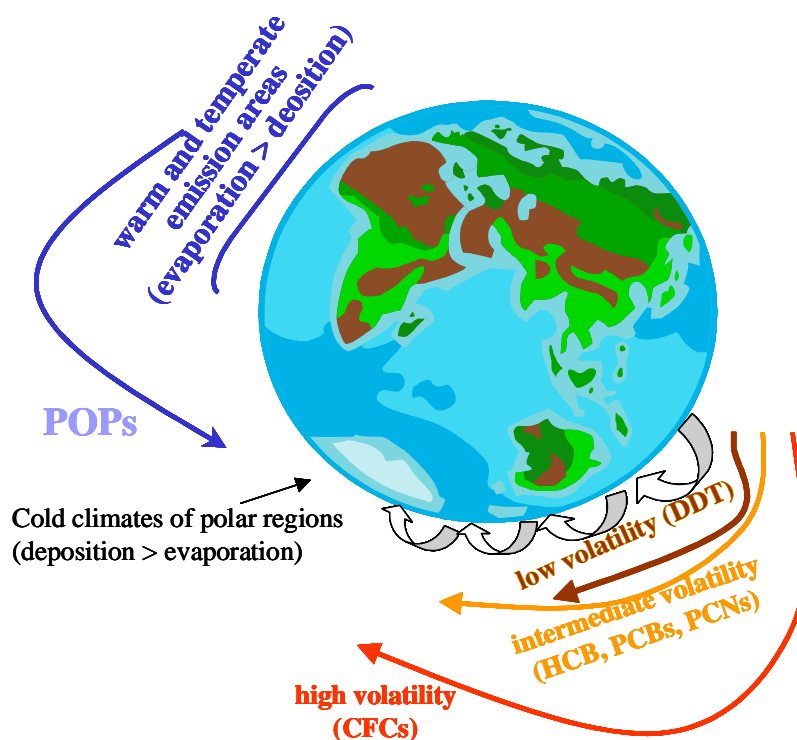


Fig. 2: Meccanismo di trasporto globale dei POP.

Una volta raggiunte le latitudini polari, a causa del clima freddo estremo e del lungo buio invernale, la degradazione dei POP è molto lenta e quindi rimangono intrappolati nei ghiacci. In estate, lo scioglimento dei ghiacci marini provoca un rilascio di questi POP nell'oceano, che possono quindi entrare nelle reti trofiche, bioaccumularsi nei tessuti degli organismi e biomagnificare.

L'accumulo di adipe: strategia di difesa contro il freddo e fattore di rischio per la contaminazione

Le reti trofiche antartiche sono abbastanza semplici e brevi, con pochi livelli trofici: gli organismi predatori dipendono da poche specie come fonte primaria di cibo, come il pesce *Pleuragramma antarcticum* e il gamberetto pelagico *Euphausia superba* (krill), che sono preda di mammiferi e uccelli marini. Di conseguenza, il declino di una popolazione di queste specie-chiave può avere effetti imprevedibili e devastanti sugli ecosistemi marini. In relazione alle diverse caratteristiche geografiche e degli ecosistemi, la quantità e il tipo di contaminanti che possono essere accumulati dagli organismi antartici possono differire dai profili rilevati in aree temperate e tropicali del pianeta.

Gli organismi non sono in grado di metabolizzare i POP e quindi si accumulano nella componente lipidica dei loro tessuti (bioaccumulo). Durante i processi di ingestione e re-ingestione, raggiungono concentrazioni sempre più elevate negli organismi predatori, per cui la loro concentrazione aumenta da produttori primari ai consumatori apicali di una rete trofica (biomagnificazione) (Fig. 3). La principale via di esposizione è la dieta negli organismi terrestri, mentre negli organismi acquatici giocano un ruolo importante nell'accumulo anche la respirazione (bioconcentrazione) e il contatto.

Molte specie di pesci antartici controllano il galleggiamento mediante accumuli di lipidi nei tessuti muscolari e cardiaco e uccelli e mammiferi marini usano la stessa strategia per isolarsi dal freddo, avendo uno strato di grasso sottocutaneo. I lipidi che costituiscono queste riserve di grasso sono spesso triacilgliceroli, che possono essere usati anche come fonte energetica. I contaminanti come i POP sono affini ai lipidi e in particolare ai triacilgliceroli, per cui si accumulano nella componente lipidica dei tessuti degli organismi.

Una strategia adattativa che ha permesso alle specie di adattarsi al clima estremo dell'Antartide nel corso della loro evoluzione si rivela oggi un potenziale rischio, permettendo l'accumulo di sostanze contaminanti e tossiche come i POP. La determinazione dei contaminanti

organici persistenti viene effettuata tramite campionamento di organismi (Fig. 4) o nel caso di specie protette secondo l'uso di metodi di campionamento non-distruttivi (Fig. 5).

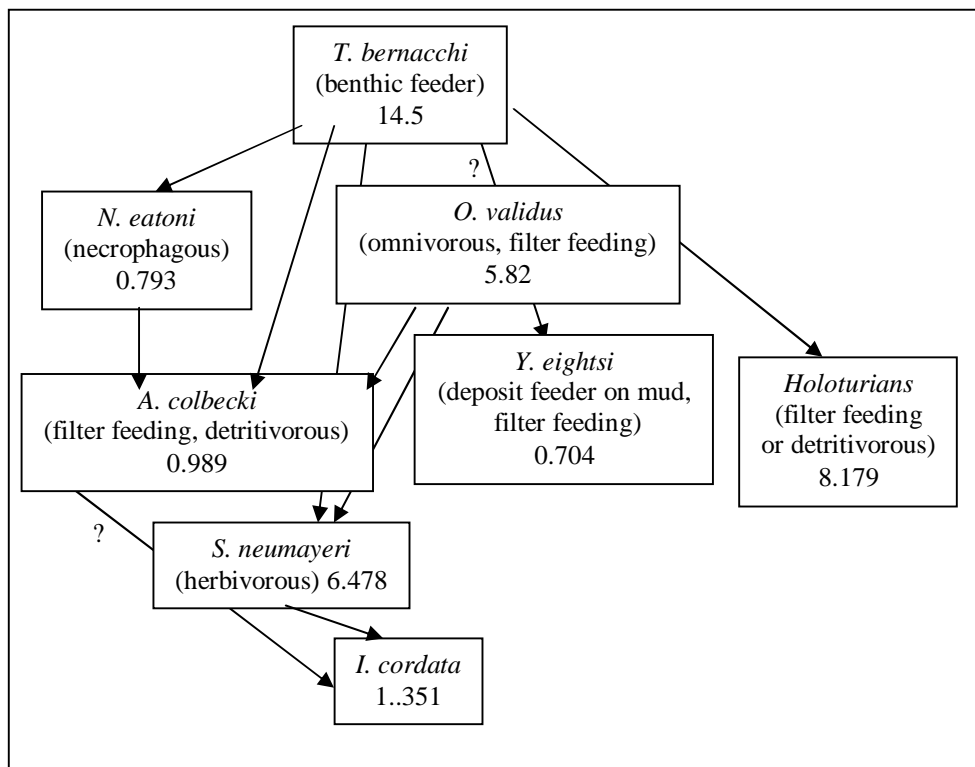


Fig. 3: Esempio di bioaccumulo di PCB in una rete trofica bentonica del Mare di Ross.



Fig. 4: Campionamento di organismi marini antartici per l'analisi di xenobiotici (Foto Simonetta Corsolini)



MUSEO NAZIONALE DELL'ANTARTIDE
Felice Ippolito

La contaminazione ambientale

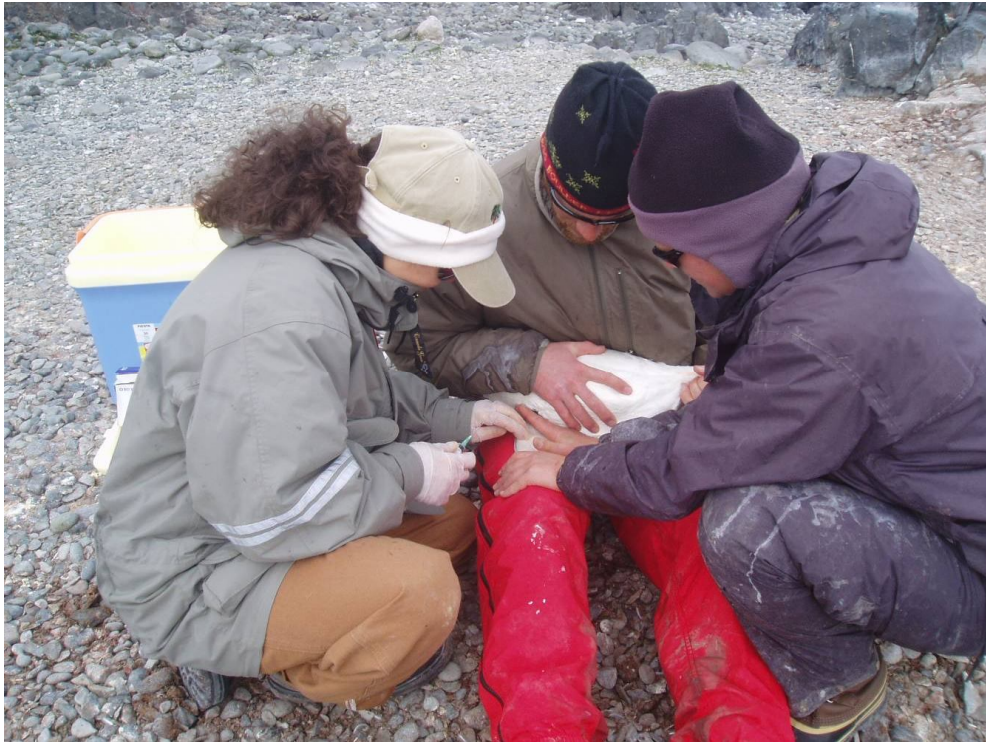


Fig. 5: Campionamento di sangue da un esemplare di Pinguino di Adelia per l'analisi di xenobiotici (Foto Simonetta Corsolini)