

Il bioaccumulo di DDT nelle catene alimentari

Uno dei principali problemi sanitari che ha afflitto l'umanità è stato il propagarsi di epidemie trasmesse da parassiti. Nei secoli il numero dei decessi dovuto a malattie veicolate da insetti ha superato quello degli uomini morti in guerra. Per combattere i parassiti sono state avanzate nel tempo numerose soluzioni, quasi sempre inefficaci. Il metodo più valido su larga scala si è rivelato infine l'uso dei pesticidi.

I pesticidi sono sostanze che consentono di controllare la crescita e la diffusione di organismi indesiderati.

I pesticidi possono essere classificati in categorie a seconda del tipo di organismo sui cui agiscono. Le tre principali categorie sono:

- gli insetticidi, che combattono gli insetti;
- gli erbicidi, che eliminano le erbe infestanti;
- gli anticrittogamici, che agiscono contro muffe e funghi.

Le prime sostanze utilizzate come pesticidi erano sostanze inorganiche, come arsenico o sali del fluoro. Queste sostanze presentavano una grande tossicità anche nei confronti dell'uomo e non erano biodegradabili. Durante la Seconda Guerra Mondiale furono sperimentati, e poi largamente usati, nuovi composti per distruggere insetti parassiti, come cimici e pidocchi. I nuovi insetticidi erano sostanze organiche di sintesi, che rientrano nella categoria dei *composti organoclorurati*. Queste molecole di nuova generazione avevano il vantaggio di presentare bassa tossicità per l'uomo, scarsa solubilità in acqua ed elevata stabilità. Erano solubili, però, nelle sostanze apolari, per esempio nei grassi animali.

L'insetticida organico clorurato più utilizzato nel dopoguerra è stato il *para-dicloro-difenil-tricloroetano*, conosciuto universalmente con il nome di **DDT** (figura 1). Il DDT è un composto poco volatile e la sua molecola ha elevata stabilità, caratteristiche che lo rendono persistente nell'ambiente. Poiché poteva svolgere la sua azione per tempi lunghi, il DDT fu preferito agli altri composti simili.

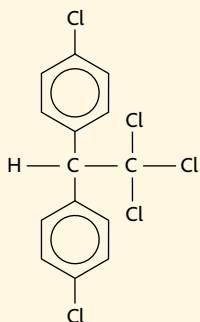


figura 1 Formula di struttura del *para*-dicloro-difenil-tricloroetano (DDT). Chimicamente il DDT è un etano, l'idrocarburo a 2 atomi di carbonio, sostituito: tre atomi di cloro sostituiscono i tre atomi di idrogeno del carbonio 2, mentre due atomi di idrogeno del carbonio 1 sono sostituiti da due gruppi fenili, ciascuno dei quali ha un atomo di cloro in posizione *para*.

Oltre che per proteggere le colture agricole dalle infestazioni di insetti, il DDT fu utilizzato in modo intensivo per debellare le epidemie di tifo, in cui un ruolo importante è svolto dal pidocchio del corpo (figura 2), e per combattere malaria e febbre gialla, malattie trasmesse dalle zanzare.

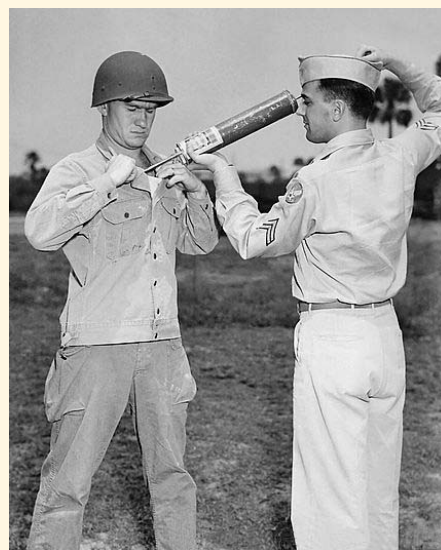


figura 2 Per prevenire le epidemie di tifo, durante la Seconda Guerra Mondiale i soldati alleati venivano abbondantemente cosparsi di DDT.

CDC / SCIENCE PHOTO LIBRARY

Col tempo ci si accorse, però, che proprio quelle caratteristiche che rendevano particolarmente efficace il DDT come insetticida erano anche causa di una serie di problemi e di danni ambientali. Il DDT si conservava nel suolo per molti anni e continuava a svolgere così la sua azione insetticida. La sua persistenza nell'ambiente determinava nel tempo un accumulo, un assorbimento del composto da parte dei vari organismi degli ecosistemi e un aumento della sua concentrazione lungo le catene alimentari. Il DDT dava luogo a evidenti fenomeni di bioaccumulo e di biomagnificazione.

Il bioaccumulo è la presenza di una sostanza in un organismo a concentrazioni superiori rispetto all'ambiente. La biomagnificazione è l'aumento della concentrazione di una sostanza lungo la catena alimentare.

La biomagnificazione avviene in quanto gli organismi, nel corso della loro vita, si nutrono di quantità di cibo molto superiori al loro peso, attingendo dagli organismi posti nella catena alimentare a livelli trofici inferiori. I composti organoclorurati, come il DDT, presenti nel cibo non sono demoliti e tendono a essere trattenuti nei tessuti, col risultato che nel tempo si accumulano.

Gli effetti del bioaccumulo e della biomagnificazione del DDT sono particolarmente gravi per le popolazioni degli uccelli. Alcuni metaboliti del DDT interferiscono con gli enzimi che regolano la distribuzione del calcio, elemento che partecipa alla costruzione del guscio delle uova. Quando le concentrazioni di DDT sono elevate, le uova degli uccelli sono prodotte con gusci talmente sottili da non reggere il peso del genitore durante la covata.

Il fenomeno del bioaccumulo e della biomagnificazione del DDT si è rivelato in tutta la sua gravità soprattutto negli ecosistemi acquatici. A causa della apolarità della molecola, il DDT è molto più solubile nei tessuti adiposi dei pesci di quanto lo sia in acqua. Nel tempo il composto è andato a concentrarsi nel corpo dei consumatori di livello trofico più alto. All'inizio degli anni '70 del secolo scorso, in alcuni laghi del Nord America si è riscontrata una biomagnificazione del DDT di più di un milione di volte. Si è passati da una concentrazione in acqua di 0,000004 ppm a una concentrazione di 6 ppm negli uccelli che si nutrono di pesce (figura 3).

Nel 1962 la pubblicazione del libro *Primavera silenziosa* di Rachel Carson mise in guardia l'opinione pubblica mondiale circa gli effetti dannosi del DDT. La Carson, biologa statunitense, verificò la progressiva scomparsa del tordo americano dalle zone in cui gli agricoltori facevano largo uso di DDT. La biologa riuscì a dimostrare la stretta relazione tra l'accumulo del DDT nel terreno, la riduzione dei vermi del suolo e la scomparsa dei tordi, che si nutrivano dei vermi. A partire dal 1969 l'uso del DDT è stato proibito in molti Paesi ad alto sviluppo industriale. In Italia questo composto è stato bandito nel 1978. Oggi il DDT è utilizzato, sotto stretto controllo, solo nei Paesi in cui la malaria miete ancora molte vittime.

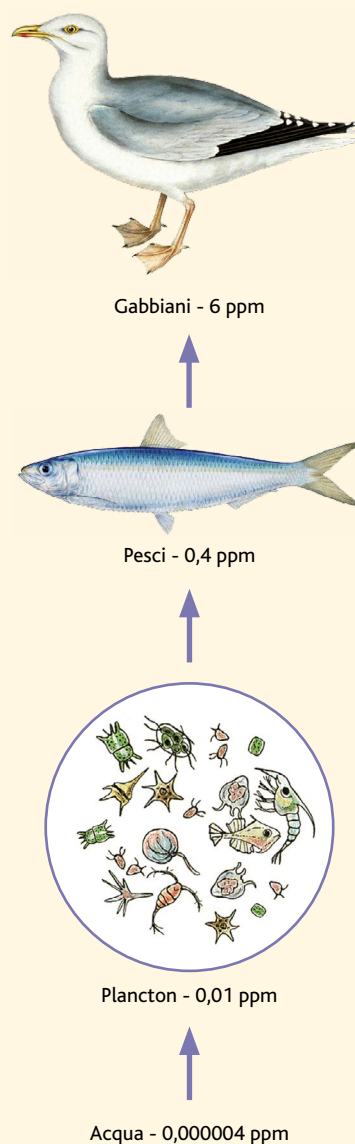


figura 3 Il DDT passa attraverso gli organismi dei vari livelli trofici delle catene alimentari senza essere demolito. La sua concentrazione aumenta progressivamente per effetto della biomagnificazione. Negli anni '70 del secolo scorso nelle catene alimentari dei laghi del Nord America la concentrazione del DDT aumentava di più di un milione di volte.