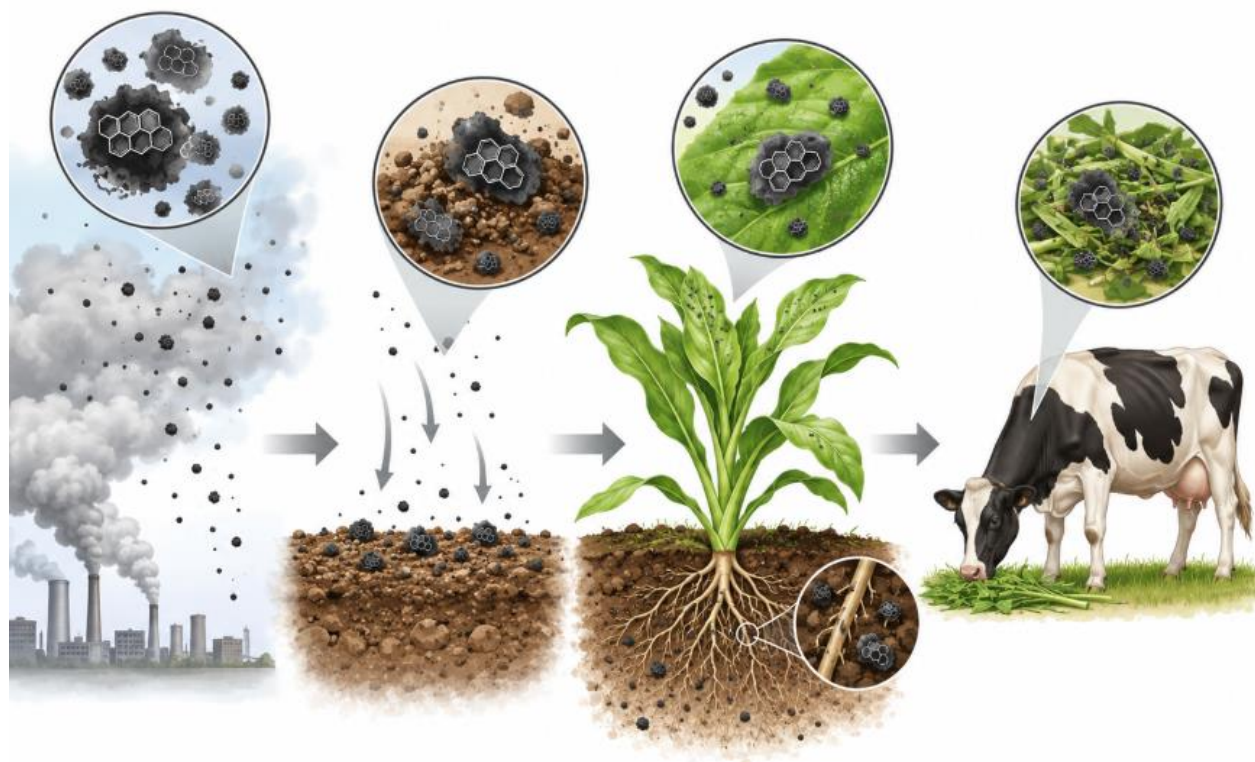


PERSISTENZA AMBIENTALE E TRASFERIMENTO NELLA CATENA ALIMENTARE

La presenza degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in un alimento può dipendere non soltanto dalla sua lavorazione, ma anche dall'ambiente in cui una pianta o un animale è cresciuto. Comprendere questo percorso richiede di distinguere tre concetti: persistenza, cioè la capacità di una sostanza di rimanere nell'ambiente; biodisponibilità, ossia la quota effettivamente accessibile agli organismi; bioaccumulo, che indica l'aumento della concentrazione all'interno di un organismo rispetto a quanto assunto o eliminato. Queste proprietà non sono uguali per tutti gli IPA.

DALL'ATMOSFERA AL SUOLO E ALLE ACQUE

Molti IPA derivanti dalla combustione raggiungono l'atmosfera in fase gassosa oppure associati a particelle. Le deposizioni secche e le precipitazioni possono trasferirli a terreni coltivati, superfici vegetali, corsi d'acqua e bacini. L'inquinamento ambientale può inoltre derivare da sversamenti di prodotti petroliferi, residui industriali e materiali contaminati. Non ogni contaminazione ambientale produce automaticamente una contaminazione alimentare: contano le concentrazioni, la forma chimico-fisica, il tempo di contatto e il tipo di organismo.



Gli IPA più leggeri tendono, in generale, a essere più volatili e relativamente più solubili in acqua; quelli con più anelli aromatici mostrano spesso una maggiore affinità per le particelle e la sostanza organica. Questa distinzione è una tendenza generale, non una separazione rigida: temperatura, composizione del mezzo e singola struttura molecolare modificano il comportamento delle diverse sostanze.

IL SUOLO COME SERBATOIO, MA NON COME SORGENTE ILLIMITATA

Una volta raggiunto il suolo, gli IPA possono legarsi alla sostanza organica e, in misura variabile, a particelle carboniose come fuliggine e carbone nero. Tale adsorbimento ne rallenta spesso la mobilità e riduce la frazione prontamente disponibile per i microrganismi e le radici. Il risultato è apparentemente paradossale: un terreno può contenere IPA misurabili per molto tempo, ma soltanto una parte della quantità totale può essere effettivamente accessibile agli organismi in un determinato momento.

La degradazione microbica è una via importante di attenuazione naturale, soprattutto in condizioni aerobiche favorevoli. In genere le molecole più complesse sono meno facilmente degradabili; tuttavia non esiste un'unica "durata di permanenza" valida per ogni IPA e per ogni terreno. Ossigeno, temperatura, umidità, disponibilità di nutrienti, popolazioni microbiche e progressivo invecchiamento della contaminazione influenzano la velocità dei processi.

DAL TERRENO ALLE PIANTE: PERCORSI DIFFERENTI

I vegetali possono entrare in contatto con IPA attraverso la deposizione di polveri e aerosol sulle superfici esposte, l'assorbimento di composti presenti nella fase gassosa e, in determinate circostanze, l'assorbimento radicale. Per diversi IPA più pesanti, poco solubili e fortemente adsorbiti al suolo, il trasferimento dalle radici alle parti aeree può risultare limitato. Di conseguenza, la contaminazione superficiale delle foglie può essere più importante dell'assorbimento sistemico.

Non sarebbe corretto dedurre dalla sola concentrazione nel terreno quella presente in frutti o ortaggi. La relazione cambia tra colture a foglia, radici, tuberi e frutti, in base alla localizzazione della contaminazione e alla presenza di particelle aderenti. Lavaggio, rimozione delle parti esterne e pelatura possono diminuire la componente superficiale, senza garantire l'eliminazione di tutti i residui o di un'eventuale quota già incorporata nel tessuto.

ACQUE E SEDIMENTI: PERCHÉ GLI ORGANISMI FILTRATORI MERITANO ATTENZIONE

Nell'ambiente acquatico, una parte rilevante degli IPA, soprattutto quelli maggiormente idrofobici, si associa al particolato sospeso e si deposita nei sedimenti. Questi possono rappresentare un serbatoio durevole, ma le sostanze trattenute non sono necessariamente tutte disponibili: il loro rilascio dipende dalle caratteristiche del sedimento, dalla risospensione e dalle condizioni locali.

Molluschi bivalvi e altri organismi filtratori possono assumere IPA dall'acqua, dal particolato e dagli alimenti che filtrano. La loro capacità di trasformare metabolicamente alcuni di questi composti può essere inferiore a quella di numerosi pesci; ciò contribuisce, in talune condizioni, a un maggiore accumulo nei tessuti. La concentrazione effettiva, comunque, dipende dalla specie, dall'habitat, dalla stagione e dalla durata dell'esposizione.



BIOACCUMULO NON SIGNIFICA NECESSARIAMENTE BIOMAGNIFICAZIONE

Due fenomeni vengono spesso confusi. Il bioaccumulo riguarda la presenza crescente di una sostanza in un organismo in rapporto ai processi di assunzione ed eliminazione. La biomagnificazione indica invece un aumento sistematico delle concentrazioni passando da un livello trofico al successivo, ad esempio dalle prede ai predatori.

Per gli IPA non è appropriato applicare automaticamente il modello della biomagnificazione tipico di alcuni contaminanti persistenti, come il metilmercurio. Molti organismi, e in particolare numerosi vertebrati, possono metabolizzare ed eliminare gli IPA; la letteratura non indica una biomagnificazione generalizzata nelle reti alimentari acquatiche. Ciò non esclude accumuli in particolari specie o situazioni: significa che il comportamento deve essere verificato sostanza per sostanza e organismo per organismo.

PERSISTENZA, CONTAMINAZIONE E RISCHIO: TRE PIANI DIVERSI

La persistenza ambientale segnala la possibilità che una sorgente produca esposizioni nel tempo, ma non misura di per sé il rischio per chi consuma un alimento. Per arrivare a una valutazione dell'esposizione alimentare occorrono dati sulla concentrazione dei singoli IPA nel prodotto effettivamente consumato, sulle quantità ingerite e sulla frequenza di consumo. Anche la distinzione tra IPA con differenti proprietà tossicologiche è essenziale.

Le indagini ambientali e quelle alimentari rispondono quindi a domande complementari: le prime aiutano a identificare sorgenti e vie di trasferimento; le seconde misurano ciò che arriva al consumatore. Un risultato elevato nel suolo o nel sedimento non prova da solo che un alimento sia non conforme; allo stesso modo, un alimento con concentrazioni basse non dimostra che l'ecosistema circostante sia privo di contaminazione.

CONCLUSIONE

Gli IPA possono attraversare aria, suolo, acque e organismi, ma il trasferimento non è lineare né uniforme. L'adsorbimento, la degradazione e il metabolismo biologico possono ridurre la disponibilità delle sostanze; deposizione atmosferica, particolato e sedimenti possono invece mantenerne il contatto con la catena alimentare. Per comprendere la contaminazione occorre quindi seguire il percorso concreto delle molecole, senza confondere presenza ambientale, accumulo biologico ed esposizione umana.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI

[OMS/IPCS \(1998\). Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. Environmental Health Criteria 202 — https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc202.htm](https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc202.htm)

[EFSA CONTAM Panel \(2008\). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. EFSA Journal 6\(8\), 724 — https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.724](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.724)

[EFSA \(2008\). Opinion on suitable indicators for occurrence and toxicity of PAHs in food — https://www.efsa.europa.eu/en/news/efsa-opinion-suitable-indicators-both-occurrence-and-toxicity-polycyclic](https://www.efsa.europa.eu/en/news/efsa-opinion-suitable-indicators-both-occurrence-and-toxicity-polycyclic)