

8. EFFETTI SULLA SALUTE: CHE COSA SAPPIAMO REALMENTE

I composti organici alogenati trattati in questa sezione comprendono sostanze con proprietà e profili tossicologici profondamente differenti. Alcune possono persistere nell'ambiente e accumularsi negli organismi; altre sono volatili e vengono eliminate più rapidamente; altre ancora si formano durante la trasformazione degli alimenti. La presenza di un atomo di cloro o di bromo non costituisce, da sola, un indicatore di pericolosità. Per comprendere gli effetti sulla salute occorre valutare singole sostanze o miscele ben definite, dosi, durata e modalità di esposizione.

DAL PERICOLO AL RISCHIO: DUE CONCETTI DISTINTI

Il pericolo è la capacità intrinseca di una sostanza di provocare un effetto dannoso in determinate condizioni. Il rischio dipende invece dalla probabilità e dall'entità di quell'effetto nelle condizioni reali di esposizione. Identificare un composto come cancerogeno, neurotossico o dannoso per il rene non significa che qualunque sua traccia in un alimento provochi la malattia corrispondente. Allo stesso modo, la conformità a una norma non equivale a dimostrare un rischio esattamente nullo.

Gli studi tossicologici utilizzano risultati sull'uomo, quando sufficienti, e studi sperimentali, spesso condotti a dosi superiori a quelle alimentari. Gli organismi scientifici tengono conto delle differenze fra specie, della variabilità individuale e delle lacune dei dati. Per questo le valutazioni possono esprimere una dose tollerabile oppure ricorrere al margine di esposizione (MOE): un confronto tra un punto di riferimento tossicologico e l'esposizione stimata. Il valore del MOE deve essere interpretato secondo il criterio adottato per quella specifica sostanza; non esiste una soglia universale applicabile a tutti i contaminanti.

PARAFFINE CLORURATE: BERSAGLI D'ORGANO E INCERTEZZE

Nella valutazione EFSA del 2020 sulle paraffine clorurate a catena corta (SCCP), media (MCCP) e lunga (LCCP), gli studi sugli animali hanno indicato, per le miscele esaminate, effetti a carico di fegato, reni e tiroide. Per alcune MCCP sono stati osservati anche effetti sullo sviluppo della progenie in particolari condizioni sperimentali. Questi risultati non possono essere automaticamente attribuiti a tutte le migliaia di possibili molecole presenti nelle miscele commerciali.

EFSA non ha ritenuto appropriato stabilire un valore guida sanitario per queste famiglie a causa delle importanti incertezze tossicologiche. Una valutazione preliminare basata sulla sola esposizione attraverso alcuni pesci non ha indicato preoccupazioni sanitarie nello scenario esaminato. Questo risultato non può tuttavia essere generalizzato

all'intera dieta: mancavano dati adeguati su molti altri alimenti e sulle LCCP. L'assenza di una valutazione completa non dimostra né l'innocuità né un pericolo concreto per qualsiasi consumo.

RITARDANTI DI FIAMMA BROMURATI: VALUTAZIONI NON INTERCAMBIABILI

Per i polibromodifenileteri (PBDE), EFSA ha aggiornato nel 2024 la valutazione del rischio alimentare, concludendo che l'esposizione alimentare attuale della popolazione europea è verosimilmente motivo di preoccupazione sanitaria. Gli effetti rilevanti nella valutazione coinvolgono soprattutto lo sviluppo del sistema nervoso e la riproduzione. Occorre però distinguere i diversi congeneri, le incertezze sui dati e i possibili contributi di altre vie di esposizione.

Per gli esabromociclododecani (HBCDD), la valutazione EFSA del 2021 è giunta a una conclusione diversa: i livelli stimati di esposizione alimentare nella popolazione europea non destavano in generale preoccupazione. È stata segnalata una possibile criticità per alcuni lattanti allattati al seno con elevata assunzione di latte, in uno scenario ancora caratterizzato da incertezze. Questo non costituisce una raccomandazione a interrompere l'allattamento, i cui benefici riconosciuti devono essere tenuti distinti dalla discussione sui contaminanti.

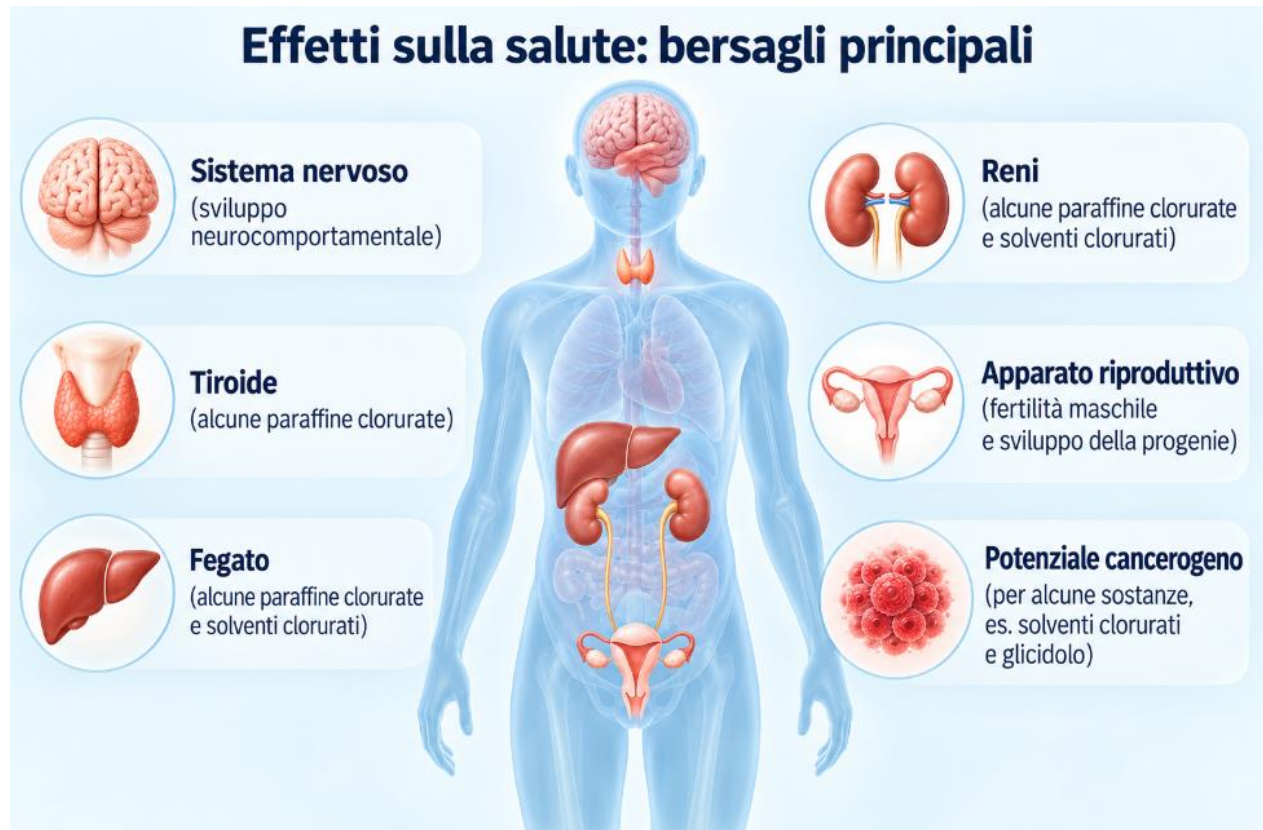
La valutazione EFSA del luglio 2026 sui ritardanti bromurati emergenti ha messo in luce ulteriori lacune conoscitive: per molti composti non erano disponibili dati sufficienti per una caratterizzazione del rischio. Nei limitati casi in cui tale caratterizzazione è stata possibile, le esposizioni alimentari esaminate per BEH-TEBP, EH-TBB e DBDPE non hanno destato preoccupazione sanitaria. Anche in questo caso l'esito riguarda le sostanze e gli scenari valutati, non l'intera famiglia dei ritardanti di fiamma.

SOLVENTI CLORURATI: EFFETTI E VIE DI ESPOSIZIONE

Per alcuni solventi clorurati la maggior parte delle conoscenze epidemiologiche deriva da esposizioni professionali o ambientali, non dall'ingestione abituale di alimenti. Il tricloroetilene è classificato dalla IARC come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1), soprattutto sulla base delle evidenze relative al tumore renale; il tetracloroetilene è classificato come probabilmente cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2A). Tali classificazioni identificano il pericolo cancerogeno, senza quantificare il rischio associato a una specifica concentrazione alimentare.

Gli effetti non cancerogeni possono interessare, a seconda della sostanza e dell'esposizione, il sistema nervoso centrale, il fegato e il rene. La volatilità e le caratteristiche metaboliche di questi solventi rendono improprio descriverli indistintamente come contaminanti persistenti e bioaccumulabili. Nei siti inquinati,

l'acqua utilizzata per bere o per la produzione alimentare può rappresentare una via di esposizione importante; l'entità del trasferimento nel prodotto finale deve essere verificata caso per caso.



CLOROPROPANOLI: IL RUOLO DELLA LAVORAZIONE INDUSTRIALE

Il 3-monocloropropano-1,2-diolo (3-MCPD) e i suoi esteri possono essere presenti in oli raffinati e in diversi alimenti trasformati. Nella valutazione EFSA aggiornata del 2018 l'effetto critico considerato per il 3-MCPD è stato quello renale; l'Autorità ha stabilito una dose giornaliera tollerabile di gruppo di 2 microgrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno per il 3-MCPD e i suoi esteri, espressi come 3-MCPD. Questo valore riguarda l'esposizione ripetuta nel tempo e non è un limite di concentrazione valido indistintamente per qualsiasi alimento.

Per il 2-MCPD il quadro tossicologico è meno completo e non è corretto trasferire automaticamente le conclusioni sul 3-MCPD al suo isomero. Gli esteri glicidilici sono spesso studiati insieme ai cloropropanoli perché si formano in condizioni di processo simili, ma non contengono alogeni e non appartengono allo scaffale in esame.

BAMBINI, SVILUPPO E SUSCETTIBILITÀ INDIVIDUALE

La vulnerabilità a una sostanza può cambiare nelle diverse fasi della vita. Bambini e lattanti possono avere una maggiore esposizione per chilogrammo di peso corporeo e organi in sviluppo; tuttavia l'entità e la rilevanza di queste differenze dipendono dal contaminante. Le valutazioni EFSA considerano, quando i dati lo permettono, fasce di età e scenari di consumo differenti. Non è corretto affermare che tutti i composti organici alogenati comportino inevitabilmente un danno allo sviluppo.

MISCELE DI SOSTANZE E LIMITI DELLE CONOSCENZE

Gli alimenti possono contenere contemporaneamente più contaminanti, ma la semplice presenza contemporanea non dimostra un effetto sinergico. La tossicità combinata dipende da dose, meccanismo d'azione, tempi di esposizione e interazioni dimostrate. Nei casi in cui le sostanze agiscano in modo simile possono essere pertinenti approcci di valutazione cumulativa; per molte famiglie alogenate restano insufficienti i dati per una quantificazione affidabile del rischio da miscele.

Un limite pratico è la copertura analitica: il laboratorio misura soltanto le sostanze previste dal metodo, entro le sue prestazioni di sensibilità e affidabilità. Un risultato "non rilevato" non dimostra assenza assoluta. Anche il biomonitoraggio umano, quando disponibile, documenta un'esposizione interna ma non equivale automaticamente alla diagnosi di un danno.

CHE COSA PUÒ CONCLUDERE IL LETTORE

Le evidenze scientifiche consentono di individuare effetti e criticità specifici, ma non autorizzano un giudizio unico sull'intera categoria dei composti organici alogenati. La valutazione europea ha riscontrato una possibile preoccupazione sanitaria per l'esposizione alimentare ai PBDE, mentre per gli HBCDD ha espresso una conclusione generalmente rassicurante, con una particolare cautela per alcuni lattanti; per le paraffine clorate i dati sono tuttora insufficienti per una caratterizzazione completa dell'esposizione alimentare. La risposta più utile consiste nel ridurre le emissioni, migliorare i dati disponibili, controllare gli alimenti in modo mirato e interpretare le misure analitiche alla luce delle conoscenze tossicologiche. Il prossimo capitolo esaminerà come si svolgono questi controlli e quali limiti normativi si applicano.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

[EFSA CONTAM Panel \(2020\). Risk assessment of chlorinated paraffins in feed and food. EFSA Journal 18\(3\):5991.](#)

[EFSA CONTAM Panel \(2024\). Update of the risk assessment of polybrominated diphenyl ethers \(PBDEs\) in food. EFSA Journal 22\(1\):8497 \(modificato luglio 2024\).](#)

[EFSA CONTAM Panel \(2021\). Update of the risk assessment of hexabromocyclododecanes \(HBCDDs\) in food. EFSA Journal 19\(3\):6421.](#)

[EFSA CONTAM Panel \(2026\). Update of the risk assessment on emerging and novel brominated flame retardants in food. EFSA Journal 24\(7\):10187.](#)

[EFSA. Brominated flame retardants – quadro delle valutazioni scientifiche.](#)

[IARC. Monographs programme – valutazioni su tricloroetilene e tetracloroetilene \(Vol. 106\).](#)

[EFSA \(2018\). Updated risk assessment on 3-MCPD and its fatty acid esters.](#)