

CHE COSA SONO I BTEX E I COMPOSTI ORGANICI VOLATILI

Quando si parla di contaminanti degli alimenti, l'attenzione si concentra spesso su pesticidi, metalli o sostanze persistenti. Esiste tuttavia un insieme molto eterogeneo di molecole che possono trasferirsi relativamente facilmente dalla materia all'aria: i composti organici volatili, spesso indicati con la sigla COV (VOC, dall'inglese volatile organic compounds). Alcuni sono componenti naturali degli aromi; altri provengono da carburanti, solventi, emissioni industriali o processi di produzione. Fra questi ultimi, i BTEX costituiscono un gruppo particolarmente conosciuto negli studi ambientali.

La loro presenza nell'ambiente non significa che siano necessariamente presenti negli alimenti in quantità rilevanti. Per comprenderne il possibile significato alimentare è necessario partire dalle proprietà chimiche e distinguere la capacità di evaporare dalla tossicità e dall'effettiva esposizione umana.

CHE COSA SIGNIFICA VOLATILE

Un composto è definito volatile quando, nelle condizioni considerate, tende a passare dalla fase liquida o da un materiale alla fase gassosa. La tendenza a evaporare dipende da numerose proprietà fisiche, in particolare dalla pressione di vapore, oltre che dalla temperatura e dalle caratteristiche del mezzo in cui il composto si trova. In generale, aumentando la temperatura, la volatilizzazione tende a diventare più rapida.



Il punto di ebollizione è un'informazione utile, ma non coincide con la temperatura alla quale inizia l'evaporazione: un liquido può evaporare anche molto al di sotto del proprio punto di ebollizione. Inoltre, la parola COV non identifica una famiglia chimica unica e universalmente delimitata. Le definizioni operative variano secondo il contesto ambientale, analitico o normativo. Per questo motivo non è corretto dedurre, dalla sola etichetta “volatile”, un comportamento identico per tutte le sostanze.

Negli alimenti il passaggio verso l'aria può dipendere dalla composizione della matrice: acqua, grassi, proteine, contenuto di sale, temperatura e tipo di confezionamento possono modificare la distribuzione della molecola fra prodotto e spazio gassoso. Un composto facilmente volatile in forma pura può quindi comportarsi diversamente quando è disciolto in acqua o trattenuto da una matrice alimentare complessa.

CHE COSA INDICA LA SIGLA BTEX

BTEX è un acronimo che riunisce benzene, toluene, etilbenzene e xileni. Sono idrocarburi aromatici, formati da carbonio e idrogeno e caratterizzati dalla presenza di un anello benzenico. I tre xileni — orto-, meta- e para-xilene — sono isomeri: hanno la stessa formula molecolare, ma differiscono per la posizione dei due gruppi metilici sull'anello.

Il benzene (C_6H_6) rappresenta la struttura più semplice del gruppo. Nel toluene (C_7H_8) un atomo di idrogeno dell'anello è sostituito da un gruppo metilico. Nell'etilbenzene (C_8H_{10}) è presente un gruppo etilico; negli xileni (C_8H_{10}) sono presenti due gruppi metilici. Nonostante le somiglianze strutturali, le proprietà tossicologiche non sono sovrapponibili: non è scientificamente corretto considerare i BTEX come se fossero un'unica sostanza.

Questi composti sono associati, in misura diversa, al petrolio, ai carburanti, ai solventi e a numerosi impieghi industriali. Sono spesso studiati insieme perché possono comparire nelle stesse sorgenti di contaminazione e perché metodi analitici affini permettono di ricercarli simultaneamente. La denominazione BTEX è quindi soprattutto una categoria pratica per il monitoraggio ambientale e analitico, non una classificazione che implichi identico rischio sanitario.

LE PROPRIETÀ CHE INFLUENZANO IL LORO COMPORTAMENTO

I BTEX sono sostanze relativamente volatili a temperatura ambiente. Possono distribuirsi fra aria, acqua e materia organica, ma ciascun composto presenta propri valori di solubilità, pressione di vapore e affinità per le fasi organiche. Tali differenze

contribuiscono a determinarne il comportamento durante un eventuale episodio di contaminazione.

Per esempio, il benzene ha un punto di ebollizione di circa 80 °C, ma evapora anche a temperatura ambiente. La sua volatilità non implica però che una eventuale traccia presente in un alimento scompaia completamente quando il contenitore viene aperto: l'entità della perdita dipende dalle condizioni effettive e non può essere presunta senza dati. Analogamente, la volatilità può complicare il campionamento e l'analisi, poiché un prelievo o una conservazione inadeguati potrebbero ridurre la quantità misurata rispetto a quella inizialmente presente.

La mobilità ambientale non è sinonimo di persistenza assoluta. Alcuni BTEX possono essere degradati da microrganismi in condizioni favorevoli; velocità e percorsi di degradazione dipendono però dall'ambiente considerato. Anche la loro capacità di raggiungere un alimento dipende da condizioni concrete di esposizione e trasferimento, non dalla sola presenza in un suolo, in un'acqua o nell'aria circostante.

I COMPOSTI VOLATILI NON SONO TUTTI CONTAMINANTI

L'odore del pane appena sfornato, di una mela matura o del caffè deriva da miscele complesse di sostanze volatili. Aldeidi, alcoli, chetoni, esteri, terpeni e numerose altre molecole contribuiscono ai profili aromatici degli alimenti. Alcune si formano naturalmente nelle piante o durante la maturazione; altre si sviluppano per fermentazione, tostatura, cottura o conservazione.

La presenza di un composto organico volatile, quindi, non basta a definirlo contaminante. Conta l'identità della molecola, la sua origine, la concentrazione e il contesto. Una sostanza può essere parte ordinaria del profilo aromatico di un alimento; un'altra può essere indesiderata anche quando non modifica percepibilmente odore o sapore. Inoltre, una stessa molecola può derivare da più fonti: l'analisi chimica ne rivela l'identità, ma non necessariamente l'origine.

È altrettanto importante non confondere i COV con gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), che costituiscono un'altra famiglia di contaminanti e sono trattati separatamente nella biblioteca Overorganic. Benché entrambe le categorie possano comprendere sostanze aromatiche in senso chimico, differiscono per struttura, proprietà e modalità di valutazione.

VOLATILITÀ, ODORE E SICUREZZA NON COINCIDONO

Una sostanza volatile può essere percepita dall'olfatto solo se possiede caratteristiche odorose e raggiunge una concentrazione superiore alla soglia di percezione individuale. Di conseguenza, un alimento privo di odori anomali non può essere considerato automaticamente privo di BTEX o di altri contaminanti volatili. Viceversa, un odore marcato non dimostra da solo la presenza di una sostanza tossica.

Anche la pericolosità intrinseca e il rischio vanno distinti. Il benzene è riconosciuto come cancerogeno per l'essere umano, ma questa classificazione non permette, da sola, di quantificare il rischio conseguente a un singolo alimento. Per valutare l'esposizione attraverso la dieta occorrono dati affidabili sulle concentrazioni, sulle quantità consumate, sulla frequenza e sulla durata del consumo. La valutazione complessiva deve inoltre tenere conto delle altre vie di esposizione, soprattutto l'inalazione, che per alcuni BTEX può essere particolarmente importante.

PERCHÉ STUDIARLI NELLA SICUREZZA ALIMENTARE

Studiare i BTEX negli alimenti significa interrogarsi su un possibile punto di incontro fra ambiente, processi produttivi e consumo umano. La presenza di questi composti può essere pertinente in specifiche situazioni di contaminazione delle acque, utilizzo di sostanze chimiche, vicinanza a sorgenti emmissive o formazione di determinate molecole durante la lavorazione. Non ne deriva, tuttavia, che i BTEX siano contaminanti diffusi in tutte le categorie alimentari, né che rappresentino necessariamente una delle principali fonti di esposizione della popolazione.

L'interesse scientifico consiste proprio nel verificare quando esiste una via plausibile di trasferimento, quali misure siano effettivamente disponibili e come interpretarli. La ricerca analitica di concentrazioni molto basse può fornire informazioni utili, purché siano considerati la qualità del campionamento, i limiti del metodo e la rappresentatività del prodotto esaminato.

DALLA PRESENZA AL RISCHIO: QUATTRO DOMANDE DIFFERENTI

Prima domanda: la sostanza è presente? Un risultato analitico può indicare che una molecola è stata identificata nel campione, tenendo conto dei criteri di identificazione del laboratorio.

Seconda domanda: in quale concentrazione? Un risultato espresso in unità appropriate, per esempio microgrammi per chilogrammo o per litro, permette di

distinguere tracce molto basse da quantità maggiori. Un risultato inferiore al limite di quantificazione non dimostra necessariamente assenza assoluta della sostanza.

Terza domanda: quanta sostanza raggiunge effettivamente l'organismo? La concentrazione va collegata alle quantità consumate e alla frequenza del consumo. La dose ingerita non coincide automaticamente con la dose assorbita, che dipende anche dalle caratteristiche della sostanza e dell'organismo.

Quarta domanda: quale rischio sanitario ne deriva? Occorre integrare l'esposizione con le conoscenze tossicologiche, comprese le incertezze e le differenze fra effetti a breve e a lungo termine. La distinzione fra queste quattro domande sarà il criterio interpretativo adottato nei capitoli successivi.

CONCLUSIONE

BTEX e composti organici volatili non sono espressioni equivalenti: i BTEX rappresentano un gruppo ben definito all'interno del più ampio insieme delle sostanze organiche volatili. La volatilità descrive una proprietà fisica, mentre la contaminazione e il rischio sanitario richiedono ulteriori informazioni. Nel campo alimentare questa distinzione è essenziale per evitare sia allarmi ingiustificati sia rassicurazioni non supportate da misure e dati scientifici.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

1. [Organizzazione mondiale della sanità \(2010\). WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. Capitolo 1: Benzene.](#)
2. [Organizzazione mondiale della sanità \(2022\). Chemical fact sheets: Benzene. Guidelines for Drinking-water Quality.](#)
3. [Organizzazione mondiale della sanità \(2022\). Chemical fact sheets: Toluene. Guidelines for Drinking-water Quality.](#)
4. [European Chemicals Agency \(ECHA\). Ethylbenzene: Substance Information \(CAS 100-41-4\).](#)
5. [Parlamento europeo e Consiglio. Direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali, articolo 3 \(definizione di composto organico volatile nel contesto normativo\).](#)