

IL BENZENE NEGLI ALIMENTI: ORIGINI E FORMAZIONE

Il benzene è un composto organico volatile di formula C_6H_6 , utilizzato prevalentemente come intermedio nella produzione di sostanze chimiche. È presente anche nelle emissioni di combustione, in particolare nel fumo di tabacco e in numerose sorgenti industriali e urbane. La sua classificazione come cancerogeno per l'essere umano rende importante comprenderne le possibili vie di ingresso negli alimenti. Ma identificare una sostanza pericolosa non equivale a dimostrare che qualsiasi sua traccia in un alimento comporti lo stesso rischio: contano la concentrazione, la frequenza del consumo e l'esposizione complessiva.

DUE PERCORSI DIFFERENTI: CONTAMINAZIONE E FORMAZIONE

Il benzene può raggiungere gli alimenti come contaminante proveniente dall'ambiente oppure formarsi, in circostanze particolari, a partire da componenti già presenti nel prodotto. Sono fenomeni diversi e richiedono interventi di prevenzione diversi. Nel primo caso possono contare la qualità delle acque impiegate, la vicinanza a fonti emissive e la gestione degli impianti; nel secondo diventano cruciali formulazione, condizioni di processo e conservazione. Non è corretto considerare tutte le bevande o tutti gli alimenti trasformati ugualmente esposti.

L'INGRESSO DALL'AMBIENTE

Emissioni da attività petrolifere, traffico, combustioni e lavorazioni industriali contribuiscono alla presenza di benzene nell'aria. Il composto può inoltre contaminare suolo e falde in corrispondenza di perdite di carburanti o altri episodi di inquinamento. L'acqua utilizzata come ingrediente, per lavare prodotti e impianti o in alcuni processi produttivi può quindi costituire una possibile via di trasferimento, quando contaminata. L'entità dell'effettivo passaggio nell'alimento dipende tuttavia dalle caratteristiche della matrice e del processo, e non può essere dedotta dalla sola presenza ambientale.

Poiché il benzene è volatile, una parte può allontanarsi durante operazioni che favoriscono il contatto con l'aria o il riscaldamento. Questa proprietà non garantisce però, di per sé, l'assenza di residui nel prodotto finito. Inoltre eventuali operazioni di trattamento devono essere valutate per la loro efficacia reale e per l'intero contesto produttivo.

LA FORMAZIONE IN ALCUNE BEVANDE: BENZOATI E ACIDO ASCORBICO

Uno dei casi meglio documentati riguarda alcune bevande che contengono contemporaneamente benzoati e acido ascorbico (vitamina C), oppure acido eritorbico. I benzoati, compreso il benzoato di sodio, possono essere aggiunti come conservanti; l'acido ascorbico può essere aggiunto oppure essere naturalmente presente negli ingredienti. In determinate condizioni, una serie di reazioni può trasformare una piccola frazione del benzoato in benzene. La presenza simultanea dei due componenti crea una possibilità di formazione, non la certezza che il benzene sia presente in quantità misurabili.

La chimica del fenomeno comprende reazioni ossidative capaci di generare specie radicaliche, tra cui radicali ossidrilici. Queste possono favorire la decarbossilazione del benzoato, con formazione di benzene. Alcuni ioni metallici, fra cui ferro e rame, possono intervenire come catalizzatori in determinate condizioni. La composizione complessiva della bevanda può modificare sensibilmente la velocità della reazione: una semplice lista di ingredienti, quindi, non permette di calcolare la concentrazione finale.



IL RUOLO DI TEMPERATURA, LUCE E CONSERVAZIONE

Studi sperimentali e indagini della Food and Drug Administration statunitense (FDA) hanno mostrato che calore e luce possono favorire la formazione di benzene in alcune formulazioni contenenti benzoati e acido ascorbico. La durata e le condizioni di conservazione sono dunque variabili importanti. Non ne consegue che ogni esposizione al sole generi quantità significative, né che il fenomeno sia confinato alle sole bibite gassate. La valutazione richiede prove sulla specifica formulazione e sulle condizioni realistiche di distribuzione e consumo.

Anche zuccheri e altre componenti della ricetta possono modificare le reazioni responsabili della formazione. Alcune ricerche hanno identificato condizioni nelle quali certi ingredienti ostacolano il fenomeno; tali osservazioni non giustificano però la conclusione che una bevanda zuccherata sia automaticamente più sicura di una senza zucchero. La prevenzione industriale si basa sulla verifica sperimentale del prodotto e, dove necessario, sulla modifica della formulazione.

CHE COSA HANNO MOSTRATO I CONTROLLI SULLE BEVANDE

Tra il 2005 e maggio 2007, la FDA ha esaminato circa 200 campioni di bibite e altre bevande. In una piccola parte di essi sono stati individuati livelli superiori a 5 microgrammi per litro circa (5 parti per miliardo, per bevande acquose). I produttori coinvolti hanno successivamente riformulato o interrotto i prodotti; nei campioni riformulati controllati dalla FDA le concentrazioni risultavano inferiori a 1,5 parti per miliardo. Questa indagine è utile per dimostrare che il fenomeno esiste e che può essere ridotto; non rappresenta però una fotografia dei prodotti oggi commercializzati in Europa.

Il valore di 5 microgrammi per litro utilizzato come riferimento in quella comunicazione FDA corrisponde allo standard statunitense per l'acqua potabile e non deve essere interpretato come un limite generale europeo per tutte le bevande. Il quadro delle prescrizioni europee applicabili alle singole categorie alimentari è esaminato nel capitolo dedicato alla normativa.

NON TUTTE LE MISURE SONO UGUALMENTE AFFIDABILI

Il benzene è presente in quantità spesso molto basse e richiede metodi analitici sensibili, controlli dei bianchi e una gestione rigorosa dei campioni. La volatilità può provocare perdite durante raccolta e preparazione; viceversa, certe condizioni analitiche possono introdurre contaminazioni o artefatti. La stessa FDA ha rivalutato

alcuni dati storici del proprio Total Diet Study, identificando problemi che ne limitavano l'affidabilità. Si tratta di un esempio concreto di quanto sia importante verificare la qualità del dato prima di trarre conclusioni sulla frequenza di contaminazione degli alimenti.

CHE COSA PUÒ FARE IL PRODUTTORE

La prevenzione agisce sulle fonti: uso di acqua idonea, verifica delle materie prime quando pertinente, prevenzione di contaminazioni ambientali e controllo dei processi. Per le bevande suscettibili alla formazione di benzene sono importanti la scelta dei conservanti e degli antiossidanti, l'eventuale riformulazione e prove di stabilità nelle condizioni previste di conservazione. Un risultato analitico sul prodotto appena fabbricato non descrive necessariamente quello ottenibile alla fine della sua vita commerciale.

COME INTERPRETARE LA PRESENZA DI BENZENE

Quando viene segnalato benzene in una bevanda o in un alimento occorre anzitutto chiedere se la misura sia confermata, quale sia il limite di quantificazione del metodo, in quale unità sia espressa la concentrazione e a quale lotto si riferisca. Occorre poi valutare la quantità consumata e il contributo di altre vie di esposizione. La qualifica di cancerogeno del benzene impone attenzione e prevenzione, ma non autorizza a convertire automaticamente un dato di presenza in una stima individuale di rischio sanitario. Gli effetti sulla salute e la valutazione delle esposizioni saranno approfonditi nel capitolo 7.

IN SINTESI

Il benzene negli alimenti può essere introdotto attraverso contaminazioni esterne oppure formarsi durante la vita del prodotto per specifiche reazioni chimiche. Il caso ben documentato di alcune bevande con benzoati e acido ascorbico mostra che composizione, calore, luce e durata della conservazione possono contare. Il problema è tecnicamente controllabile, ma non si presta a generalizzazioni: ciò che conta è misurare correttamente il prodotto reale e interpretare i risultati alla luce delle condizioni di esposizione.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

1. FDA. Questions and Answers on the Occurrence of Benzene in Soft Drinks and Other Beverages. [\[Link\]](#)
2. FDA. Determination of Benzene in Soft Drinks and Other Beverages. [\[Link\]](#)
3. Nyman P. J. et al. (2008). Survey Results of Benzene in Soft Drinks and Other Beverages by Headspace Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 571–576. [\[Link\]](#)
4. Nyman P. J. et al. (2010). Evaluation of Accelerated UV and Thermal Testing for Benzene Formation in Beverages Containing Benzoate and Ascorbic Acid. Journal of Food Science 75, C263–C267. [\[Link\]](#)
5. Benzene as a Chemical Hazard in Processed Foods (2016). Review scientifica ad accesso aperto. [\[Link\]](#)
6. Direttiva (UE) 2020/2184, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano (ambito normativo distinto dalle altre bevande). [\[Link\]](#)