

6. CLOROPROPANOLI E ALTRI CONTAMINANTI FORMATI DURANTE LA LAVORAZIONE DEGLI ALIMENTI

Non tutti i contaminanti chimici presenti nel cibo provengono da un terreno inquinato, dall'acqua o dalle emissioni industriali. Alcune sostanze si formano involontariamente durante le trasformazioni tecnologiche necessarie a produrre un alimento. I monocloropropandioli, soprattutto il 3-MCPD e il 2-MCPD, costituiscono un esempio importante: sono composti organici contenenti cloro, la cui presenza è stata studiata in particolare negli oli raffinati e in determinati ingredienti trasformati.

CHE COSA SONO 3-MCPD E 2-MCPD

Il 3-monocloropropano-1,2-diolo (3-MCPD) e il 2-monocloropropano-1,3-diolo (2-MCPD) sono molecole simili, ma con l'atomo di cloro collocato in una posizione diversa. Possono essere presenti in forma libera oppure legati ad acidi grassi, formando esteri. La distinzione è importante: negli oli e nei grassi raffinati si incontrano soprattutto le forme esterificate, mentre il 3-MCPD libero è stato storicamente studiato, fra l'altro, in alcuni prodotti ottenuti mediante idrolisi acida delle proteine vegetali.

La somiglianza chimica non autorizza a considerare identiche le proprietà tossicologiche delle due sostanze. Per il 3-MCPD esiste una valutazione del rischio relativamente articolata; per il 2-MCPD persistono lacune conoscitive che non consentono di stabilire un'analogia dose giornaliera tollerabile.

COME SI FORMANO DURANTE LA RAFFINAZIONE

Durante la raffinazione degli oli vegetali, particolarmente nella fase di deodorazione ad alta temperatura, alcuni precursori presenti nella materia prima possono reagire e originare esteri di MCPD. Sono rilevanti la disponibilità di composti contenenti cloro, le caratteristiche dei lipidi, la qualità dell'olio grezzo e le condizioni del processo. La temperatura è un fattore importante, ma non rappresenta da sola una spiegazione sufficiente: la formazione dipende dall'insieme delle condizioni operative e della composizione iniziale.

Le indagini EFSA del 2016 hanno riscontrato concentrazioni generalmente più elevate nell'olio e nel grasso di palma rispetto ad altri oli e grassi esaminati. Non significa che ogni prodotto contenente palma presenti valori elevati, né che gli altri oli raffinati siano necessariamente privi di queste sostanze. Materia prima, tecnologia e interventi di mitigazione possono modificare significativamente i risultati.

Img 2 – Come si formano 3-MCPD e 2-MCPD negli oli raffinati



ALTRI PERCORSI DI FORMAZIONE: PROTEINE VEGETALI IDROLIZZATE

Il 3-MCPD libero può formarsi anche durante la produzione di proteine vegetali idrolizzate mediante trattamenti acidi, in presenza di condizioni favorevoli e di precursori lipidici. Questi ingredienti possono essere impiegati per conferire sapore a preparazioni alimentari. Anche alcune salse di soia, specialmente quando ottenute mediante idrolisi acida anziché tramite fermentazione tradizionale, hanno rappresentato una matrice di interesse per i controlli. La denominazione commerciale di un alimento, da sola, non permette di dedurre il contenuto in 3-MCPD.

DOVE SI POSSONO TROVARE NEGLI ALIMENTI

Oltre agli oli vegetali raffinati, l'esposizione può derivare da alimenti che li utilizzano come ingredienti, come prodotti da forno, snack, margarine e altri alimenti trasformati. Una particolare attenzione è rivolta alle formule per lattanti e agli alimenti destinati alla prima infanzia, poiché le quantità ingerite in rapporto al peso corporeo possono essere relativamente elevate. La presenza in un prodotto specifico deve tuttavia essere

accertata con un'analisi: l'elenco delle categorie alimentari indica possibili vie di esposizione, non una contaminazione universale.

IL CASO DEGLI ESTERI GLICIDILICI: UNA DISTINZIONE NECESSARIA

Nel medesimo contesto tecnologico si possono formare esteri glicidilici degli acidi grassi, valutati insieme agli MCPD perché condividono alcune condizioni di formazione e matrici alimentari. Non sono però composti organici alogenati: il glicidolo non contiene atomi di alogeni. Li menzioniamo per chiarire una distinzione scientifica e normativa, evitando di attribuire loro impropriamente la stessa classificazione dei cloropropanoli.

La distinzione ha conseguenze tossicologiche: per gli esteri glicidilici EFSA considera il potenziale rilascio di glicidolo, sostanza genotossica e cancerogena; per il 3-MCPD la valutazione si concentra soprattutto sugli effetti renali e sulla fertilità maschile osservati negli studi sperimentali. Non esiste quindi un unico criterio di rischio applicabile indistintamente a tutti questi contaminanti.

CHE COSA DICE EFSA SUGLI EFFETTI SULLA SALUTE

Nel 2018 EFSA ha aggiornato la valutazione del 3-MCPD e dei suoi esteri, stabilendo una dose giornaliera tollerabile (DGT) di gruppo pari a 2 microgrammi per chilogrammo di peso corporeo al giorno, espressa come 3-MCPD. Il precedente valore EFSA del 2016 era 0,8 microgrammi/kg al giorno: riportarlo senza ricordare l'aggiornamento darebbe un'informazione superata. La DGT è un riferimento tossicologico per l'esposizione continuativa, non un limite massimo di concentrazione in un alimento.

Nella rivalutazione, l'esposizione stimata non superava la DGT per la popolazione adulta, mentre erano possibili lievi superamenti in gruppi di consumatori più giovani con esposizioni elevate e in alcuni scenari riferiti ai lattanti alimentati esclusivamente con formula. Non si tratta della dimostrazione di danni clinici nei consumatori: è l'indicazione di situazioni nelle quali il margine di protezione richiede attenzione. Per il 2-MCPD, l'insufficienza dei dati tossicologici rende più difficile una valutazione quantitativa comparabile.

LIMITI EUROPEI: NON CONFONDERE CON LA DOSE TOLLERABILE

Il regolamento (UE) 2023/915, e successive modifiche, stabilisce tenori massimi per determinate categorie alimentari. Per il 3-MCPD libero, il valore previsto per le proteine vegetali idrolizzate e per la salsa di soia è 20 microgrammi/kg, riferito al prodotto liquido con il 40% di sostanza secca, con le precisazioni riportate nell'allegato. Per oli, grassi e alcuni alimenti destinati alla prima infanzia si applicano invece disposizioni sulla somma

di 3-MCPD e relativi esteri, espressa come 3-MCPD; i valori variano secondo la categoria.

Il testo consolidato del regolamento disponibile nell'ottobre 2026 contempla anche riduzioni programmate di alcuni tenori massimi a decorrere dal 1° gennaio 2027. Questi valori futuri non devono essere presentati come già applicabili. Inoltre, i limiti per gli esteri glicidilici sono distinti da quelli per il 3-MCPD. Per una valutazione di conformità occorre sempre verificare la categoria esatta del prodotto, la data di applicazione e la versione vigente del regolamento.

COME SI ESEGUE E COME SI INTERPRETA UN'ANALISI

La determinazione analitica deve distinguere, secondo lo scopo del controllo, il 3-MCPD libero dalla somma del 3-MCPD e dei suoi esteri. I laboratori impiegano metodi validati, spesso basati su preparazione del campione, conversione controllata delle forme esterificate e tecniche cromatografiche con rivelazione selettiva. Le fasi di preparazione sono particolarmente delicate perché trasformazioni o interferenze possono alterare la misura.

Nel rapporto di prova contano almeno quattro informazioni: sostanza o somma effettivamente misurata, unità di misura, limite di quantificazione (LOQ) e matrice alimentare. Il risultato “inferiore al LOQ” non dimostra l’assenza assoluta della sostanza; un valore quantificabile non implica automaticamente un rischio sanitario o una violazione normativa. La conformità si giudica sul limite applicabile alla specifica categoria, mentre il rischio sanitario dipende anche dall’esposizione complessiva e dalla frequenza di consumo.

RIDURRE LA FORMAZIONE SENZA SEMPLIFICAZIONI

La prevenzione si attua prevalentemente a livello di filiera e processo: selezione e trattamento della materia prima, controllo dei precursori, ottimizzazione delle condizioni di raffinazione e impiego di strategie tecnologiche di mitigazione. Questi interventi comportano compromessi industriali e devono preservare sicurezza, stabilità e qualità dell’olio. Non è corretto trasformare il problema in una contrapposizione semplicistica fra alimento “industriale” e alimento “naturale”: conta la contaminazione effettiva, verificabile analiticamente.

IN CONCLUSIONE

I cloropropanoli illustrano una forma di contaminazione diversa da quella che nasce nell’ambiente: sostanze che possono generarsi durante la trasformazione alimentare, per reazioni chimiche non intenzionali. Per valutarli serve distinguere il 3-MCPD dal 2-

MCPD, la forma libera dagli esteri e i livelli misurati dai valori tossicologici. Le disposizioni europee e la ricerca tecnologica consentono di ridurre l'esposizione, mentre restano importanti la qualità del campionamento, il controllo dei processi e la corretta lettura delle analisi.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

1. [EFSA CONTAM Panel \(2016\). Risks for human health related to the presence of 3- and 2-MCPD and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal, 14\(5\), 4426.](#)
2. [EFSA CONTAM Panel \(2018\). Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters. EFSA Journal, 16\(1\), 5083.](#)
3. [EFSA \(2018\). Revised safe intake for 3-MCPD in vegetable oils and food.](#)
4. [Commissione europea. Regolamento \(UE\) 2023/915 sui tenori massimi di alcuni contaminanti negli alimenti, testo consolidato \(19 agosto 2026\), allegato I, punti 5.2–5.4.](#)