



Istituto Ramazzini

Istituto Nazionale per lo Studio ed il Controllo dei Tumori e delle malattie
Ambientali "B. Ramazzini"

**POSSIBILI RISCHI PER LA SALUTE DERIVANTI DALLA
CONTAMINAZIONE DEGLI ALIMENTI PER MIGRAZIONE
DI COMPOSTI DAI CONTENITORI DI PLASTICA**

Agosto 2014

Definizione

Le materie plastiche sono sostanze organiche, completamente o parzialmente sintetiche, generalmente prodotte a partire dal petrolio o dai gas naturali. Chimicamente sono composti ad alto peso molecolare, detti polimeri, costituiti da un gran numero di unità fondamentali, dette monomeri, unite da legami chimici.

I primi materiali plastici: la storia

La storia della plastica comincia nell’XIX secolo, quando, tra il 1861 e il 1862, l’Inglese Alexander Parkes, sviluppando gli studi sul nitrato di cellulosa, isola e brevetta il primo materiale plastico semisintetico, che battezza Parkesine (più nota poi come Xylonite). Si tratta di un primo tipo di celluloido, utilizzato per la produzione di manici e scatole, ma anche di manufatti flessibili come i polsini e i colletti delle camicie.

La prima vera affermazione del nuovo materiale si ebbe però solo qualche anno dopo, quando nel 1870 i fratelli americani Hyatt brevettano la formula della celluloido, avendo l’obiettivo di sostituire il costoso e raro avorio nella produzione delle palle da biliardo, salvo incontrare un immediato successo presso i dentisti quale materiale da impiegarsi per le impronte dentarie. Dal punto di vista chimico, la celluloido (a quel tempo nitrato di cellulosa) era inadatta ad essere lavorata con tecniche di stampaggio ad alta temperatura perchè molto infiammabile. Il problema fu superato nel nuovo secolo (1900) quando fu sviluppato l’acetato di cellulosa, ovvero la attuale celluloido: sufficientemente ignifuga per rinforzare e impermeabilizzare le ali e la fusoliera dei primi aeroplani o per produrre le pellicole cinematografiche.

La vera e propria esplosione e diffusione delle materie plastiche avviene nel ‘900. Nel 1907 il chimico belga Leo Baekeland ottiene per condensazione tra fenolo e formaldeide la prima resina termoindurente di origine sintetica, che verrà brevettata nel 1910 con il nome dei “Bakelite”. Il nuovo materiale ha un successo travolgente e la Bakelite diviene in breve e per molti anni la materia plastica più diffusa ed utilizzata.

Nel 1912 un chimico tedesco, Fritz Klatte, scopre il processo per la produzione del polivinilcloruro (PVC), che però avrà grandissimi sviluppi ed utilizzi industriali solo diversi anni più tardi.

Un anno dopo, nel 1913, è la volta del primo materiale flessibile, trasparente ed impermeabile che trova subito applicazione nel campo dell’imballaggio: lo Svizzero Jacques Edwin Brandenberger inventa il “Cellophane”, un materiale a base cellulosica prodotto in fogli sottilissimi e flessibili.

Negli anni '20 la "plastica" trova anche una rigorosa base teorica. Hermann Staudinger, dell'Università di Friburgo, avvia proprio nel 1920 gli studi sulla struttura e le proprietà dei polimeri naturali e sintetici, proponendo per i polimeri sintetici dello stirene e della formaldeide e per la gomma naturale le formule a catena aperta e attribuendo le proprietà colloidali degli alti polimeri esclusivamente all'elevato peso delle loro molecole (definite per questo macromolecole).

Nel 1928 iniziano i primi studi sul policarbonato di bisfenolo A, più generalmente chiamato policarbonato, da parte di E. I. Carothers della DuPont, ma l'inizio dello sfruttamento commerciale del materiale avviene solo intorno alla fine degli anni '50 da parte della Bayer e della General Electric. Nel 1959 il policarbonato Makrolon (Bayer) viene messo in produzione. Nel 1960 è la volta del Lexan (General Electric). Dal 1960 in avanti i policarbonati di bisfenolo A hanno visto crescere in misura sorprendente il loro utilizzo per le loro proprietà particolari di trasparenza, resistenza termica e meccanica, oltre che per le buone proprietà elettriche e per la durezza. Le applicazioni più significative si dimostrano presto le apparecchiature medicali per la dialisi artificiale e per la cardiocirurgia, per la prima infanzia e le cure domiciliari (biberon, aerosol, incubatrici). La possibilità di sterilizzare anche con irraggiamento gamma il prodotto finale, genera la proliferazione di presidi medico chirurgici monouso che rappresentano alternative validissime alle precedenti soluzioni in vetro o in metallo.

Gli anni '30 e la II guerra mondiale segnano un passaggio cruciale nell'industria della plastica: il petrolio diviene la "materia prima" da cui partire per la produzione e, al contempo, vengono migliorate ed implementate le tecniche di produzione massiva e di lavorazione, a cominciare da quelle di stampaggio.

Nel 1935 Wallace Carothers sintetizza per primo il nylon (poliammide), una materiale che si diffonderà con la guerra al seguito delle truppe americane trovando una quantità di applicazioni, grazie alle sue caratteristiche che lo rendono assolutamente funzionale all'industria tessile: dalle calze da donna ai paracadute, inizia l'ascesa delle "fibre sintetiche".

Partendo dal lavoro di Carothers, Rex Whinfield e James Tennant Dickson nel 1941 brevettano il polietilene tereftalato un nuovo poliestere (più comunemente noto come acronimo PET o anche come PETE, PETP o PET-P). Nel dopoguerra questo poliestere ebbe grande successo nella produzione di fibre tessili artificiali (Terylene), settore nel quale è largamente impiegato tuttora (per esempio, è in PET il tessuto noto come pile). Il suo ingresso nel mondo dell'imballaggio alimentare risale al 1973, quando Nathaniel Wyeth (Du Pont) brevettò la bottiglia in PET come contenitore per le bevande gassate. Leggera, resistente agli urti e trasparente, la bottiglia inventata da Wyet è oggi lo standard per il confezionamento delle acque minerali e delle bibite. Attualmente il PET viene utilizzato principalmente per costruire contenitori per bevande (66%) e per cibi (8%).

La guerra stimola l'esigenza di trovare sostituti a prodotti naturali non reperibili, per cui vengono sviluppati i poliuretani in sostituzione della gomma, soprattutto in Germania, mentre dal

1939 sono industrializzati i primi copolimeri cloruro-acetato di vinile, sviluppando scoperte di inizio secolo. Da allora il cloruro polivinile (PVC) servirà, ad esempio, per i dischi fonografici.

Dopo la guerra, le scoperte dettate da esigenze “militari” invadono anche il mondo civile. Gli anni ‘50 vedono la scoperta delle resine melammina-formaldeide (il vasto pubblico le conosce sotto la denominazione commerciale di una specifica tra esse, la “Fòrmica”), che permettono di produrre laminati per l’arredamento e di stampare stoviglie a basso prezzo, mentre le “fibre sintetiche” (poliestere, nylon) vivono il loro primo boom, alternativa “moderna” e pratica a quelle naturali.

Quegli stessi anni sono però soprattutto segnati dall’irresistibile ascesa del Polietilene, che trova pieno successo solo due decenni dopo la sua invenzione, sfruttando il suo più elevato punto di fusione per permettere applicazioni sino ad allora impensabili, e dalla scoperta di Giulio Natta nel 1954 del Polipropilene isotattico, a coronamento degli studi sui catalizzatori di polimerizzazione dell’etilene che gli varranno nel 1963 il Premio Nobel insieme al Tedesco Karl Ziegler, che l’anno precedente aveva isolato il polietilene. Il Polipropilene sarà prodotto industrialmente dal 1957 col marchio “Moplen”, rivoluzionando le case di tutto il mondo ma entrando soprattutto nella mitologia italiana del “boom economico”.

Gli anni ‘60 vedono il definitivo affermarsi della plastica come insostituibile strumento della vita quotidiana e come “nuova frontiera” anche nel campo della moda, del design e dell’arte. Il “nuovo” materiale irrompe nel quotidiano e nell’immaginario di milioni di persone, nelle cucine, nei salotti, permettendo, grazie ai costi più contenuti, ad un numero sempre maggiore di persone di poter accedere a consumi prima riservati a pochi privilegiati, semplificando un’infinità di gesti quotidiani, colorando le case, rivoluzionando abitudini consolidate da secoli e contribuendo a creare lo “stile di vita moderno”.

I decenni successivi sono quelli della grande crescita tecnologica, della progressiva affermazione per applicazioni sempre più sofisticate ed impensabili, grazie allo sviluppo dei cosiddetti “tecnopolimeri”. Il polimetilpentene (o TPX) utilizzato soprattutto per la produzione di articoli per i laboratori clinici, resistente alla sterilizzazione e con una perfetta trasparenza; le poliimmidi, resine termoindurenti che non si alterano se sottoposte per periodi anche molto lunghi a temperature di 300°C e che per questo vengono utilizzate nell’industria automobilistica per componenti del motore o per i forni a microonde; le resine acetaliche, il polifenilene ossido, gli ionomeri, i polisolfoni, il polifenilene solfuro, il polibutilentereftalato, il policarbonato usato, fra l’altro, per produrre i caschi spaziali degli astronauti, le lenti a contatto, gli scudi antiproiettile. I “tecnopolimeri” hanno tali caratteristiche di resistenza sia termica che meccanica (peraltro ancora in parte inesplorate) da renderli spesso superiori ai metalli speciali o alla ceramica, tanto che vengono utilizzati nella produzione di palette per turbine e di altre componenti dei motori degli aerei, o nella produzione di pistoni e fasce elastiche per automobili.

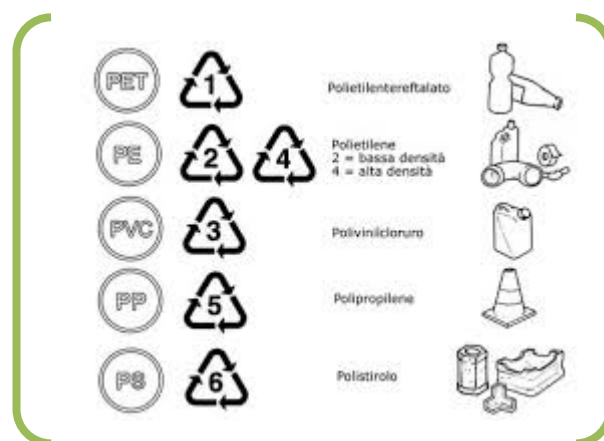
L'uso delle plastiche nell'industria alimentare:

Ad oggi quasi tutti i prodotti alimentari (il 90%) sono confezionati in appositi imballaggi, al fine di garantirne l'igienicità e favorirne il trasporto, la distribuzione e l'acquisto. Sulla confezione è apposta un'etichetta che riporta le caratteristiche del prodotto e veicola informazioni pubblicitarie.

L'imballaggio alimentare è un settore in continua espansione e sviluppo e questo è determinato, principalmente, dal progressivo aumento dei prodotti porzionati e preconfezionati e dei piatti pronti.

Grazie alle loro caratteristiche, ovvero maggiore facilità di lavorazione, costi ridotti ed elevata praticità, sempre più spesso le materie plastiche vengono usate per imballare e confezionare generi alimentari di diversa natura, seppure spesso non sono biodegradabili o riciclabili, ed essendo sensibili al calore, non si usano per cibi pastorizzati o sterilizzati.

Sui contenitori va indicato il materiale di cui sono fatti. Una norma europea impone che sulle etichette di ogni alimento liquido ci sia una forma geometrica (esagono oppure un cerchio, ecc...) contrassegnata da numeri e sigle che identifichino il materiale costituente il recipiente.



Queste informazioni sui materiali facilitano la raccolta differenziata dei rifiuti, permettendo di riciclare correttamente i contenitori.

Le plastiche maggiormente utilizzate per il confezionamento ed imballaggio degli alimenti sono:

- le poliammidi (PA): anche definite le tecnofibre, utilizzate per la produzione di pellicole ed utensili;

- il policarbonato (policarbonato di Bisfenolo A, o PC): usato nella produzione di biberon e confezioni e vaschette per forni;
- il polietilene (PE): usato ad alta densità o HDPE per la produzione di buste sacchetti e bottiglie rigide, a bassa densità o LDPE per la produzioni di pellicole o film sottili, e bottiglie semirigide. Sono a base di PE anche cassette, nastri adesivi, bottiglie, sacchi per la spazzatura, tubi, giocattoli, etc.
- il polipropilene (PP): utilizzato per la produzione di contenitori rigidi per alimenti, oggetti per l'arredamento, flaconi per detersivi e prodotti per l'igiene personale, moquettes, mobili da giardino, etc.
- il cloruro di polivinile (PVC): impiegato per la produzione di vaschette per le uova, e pellicole isolanti estensibili così come nel settore dell'edilizia. Si ritrova infatti in tubazioni porte, finestre piastrelle etc.
- il polietilentereftalato (PET): utilizzato soprattutto per le bottiglie per bibite, latte e acqua minerale, ma anche più in generale per la produzione di fibre sintetiche
- il polistirene (o meglio noto come polistirolo, PS): usato per produrre vaschette per alimenti, posate, piatti, tappi, etc...
- le resine melamminiche (resine derivanti dalla condensazione tra melammina e formaldeide): utilizzate per produrre piatti, bicchieri, tazze, scodelle cucchiari, ed utensili vari.

La compatibilità delle diverse materie plastiche al contatto con gli alimenti è sancita dal Regolamento (UE) N. 10/2011 della Commissione del 14 gennaio 2011 (che ha abrogato la precedente Direttiva 2002/72/CE della Commissione Europea e successive modifiche).

Contaminanti che possono migrare dai contenitori plastici ai cibi

E' noto e da tempo dimostrato come dai contenitori plastici, soprattutto in determinate condizioni di temperatura ed ambientali in genere (per esempio pH acidi o in ambienti grassi o salini), monomeri o altri materiali solubili residuali possano migrare dal contenitore al contenuto con la conseguente contaminazione di bevande o cibi. Il problema è importante soprattutto in considerazione dell'enorme uso di questi contenitori nell'imballaggio e nella conservazioni di alimenti o bevande e se si considera che alcuni monomeri plastici come per esempio il cloruro di vinile, l'acrinonitrile o il cloruro di vinilidene, lo stirene, ecc... sono risultati oncogeni in studi sperimentali su roditori ed, in particolare il cloruro di vinile, di dimostrata azione cancerogeno anche per l'uomo [1-4].

Il primo esempio di migrazione pericolosa risale infatti agli anni settanta con la scoperta che il cloruro di vinile, monomero utilizzato per la preparazione del PVC, era responsabile dell'insorgenza di angiosarcoma al fegato, tumore rarissimo nella popolazione generale ma frequente tra i lavoratori dei petrolchimici [1, 5]. In seguito sono stati scoperti molti altri fenomeni di contaminazione, sia da polimeri plastici, ad esempio il rilascio di acetaldeide dalle bottiglie di PET esposte ad elevate temperature [6, 7], sia da altri materiali, come il rilascio di melammina e formaldeide da resine melamminiche [8]; di piombo dalle confezioni in banda stagnata o la diossina dalle confezioni in cartone, ecc.. Ricordiamo inoltre che composti come le acetaldeide [9] e formaldeide [10-12] sono sostanze di dimostrata azione cancerogena per l'uomo secondo l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro di Lione [13].

Più recentemente l'attenzione dell'opinione pubblica e della comunità scientifica si è rivolta inoltre verso composti con dimostrata azione di **interferenza endocrina** (come per esempio ftalati, bisfenolo A, ecc...), ovvero sostanze esogene che, per la loro grande somiglianza chimico-strutturale con gli ormoni, anche in piccolissime dosi, interferiscono con la produzione, il rilascio, il trasporto, il metabolismo, il legame, l'azione o l'eliminazione degli ormoni endogeni perturbando quindi in vario modo l'omeostasi e la regolazione dei normali processi di sviluppo [14].

Gli **ftalati** (esteri dell'acido ftalico) sono usati nell'industria delle materie plastiche come agenti plastificanti, ovvero come sostanze aggiunte al polimero per impartire caratteristiche di flessibilità ed elasticità. Il PVC è la principale materia plastica (in termini di volume di produzione) in cui vengono impiegati. Sperimentazioni sugli animali da laboratorio hanno mostrato effetti critici di tossicità epatica, testicolare e riproduttiva oltre ad un effetto di interferenza endocrina e quindi di effetti avversi sulla riproduzione e sullo sviluppo [15, 16]. Poiché gli ftalati non formano legami stabili ed irreversibili con il PVC che li contiene, in caso di contatto con alimenti oleosi o comunque contenenti grassi essi tendono a fuoriuscire dalla matrice di PVC e a migrare contaminando così gli alimenti con cui entrano in contatto.

Il **Bisfenolo A** (BPA), il più noto interferente endocrino, è usato prevalentemente in associazione con altre sostanze chimiche per produrre plastiche e resine a base di policarbonato (che originariamente era anche chiamato proprio policarbonato di Bisfenolo A). Il BPA è molto persistente nell'ambiente lo si ritrova in moltissimi prodotti plastici: biberon, contenitori (soprattutto di PC) e pellicole usati per conservare gli alimenti, carte di credito, protesi dentarie, lattine per le conserve, imballaggi di plastica, PVC, ecc... Residui di BPA sono presenti anche nelle resine epossidiche usate per produrre pellicole e rivestimenti protettivi per lattine e tini. Il BPA può migrare in piccole quantità nei cibi e nelle bevande conservati in materiali che lo contengono.

Il BPA, come un ormone estrogenico, è in grado di legarsi ai recettori cellulari degli estrogeni mimando il loro effetto fisiologico e stimolando quindi una reazione ormonale negli organi bersaglio. Gli effetti principali sono quindi quelli derivanti da una anomala stimolazione ormonale non fisiologica ed incontrollata. La sempre più massiva presenza di queste sostanze

nell'ambiente di vita generale e la conseguente esposizione ad interferenti endocrini fin dall'età prenatale attraverso la madre, è sicuramente una delle cause all'aumento nei casi di pubertà precoce (pubarca e/o telarca prematuro) e più in generale un fattore perturbante e causale di alterazioni del sistema riproduttivo sia nel maschio che nelle femmine [17]. Altri effetti sono in relazione ad un aumentato rischio di cancro della prostata negli uomini, e di endometriosi, di ovaio policistico, di carcinoma della mammella, aborti spontanei e parti prematuri nelle donne.

Le prime evidenze dell'interazione del BPA con il sistema neuroendocrino in animali sperimentali (ratti) risalgono alla fine degli anni trenta [18, 19]. Da allora molti altri studi si sono susseguiti. Negli ultimi 20 anni, gli scienziati hanno rilevato la presenza di BPA nel latte materno, siero, saliva, urina, liquido amniotico e sangue del cordone ombelicale da almeno 2.200 persone in Europa, Nord America e Asia [16, 20, 21].

Le informazioni scientifiche, come spesso accade, sono state recepite dalle Agenzie Internazionali preposte alla salvaguardia della salute pubblica con grosso ritardo: la Comunità Europea ha vietato la produzione di biberon contenenti BPA solo dal 1 giugno 2011 (Direttiva Europea 2011/8/EU del 28 Gennaio 2011). Tale direttiva non ha comunque ridotto il rischio di migrazione di altri composti e dello stesso BPA [22] come risulta anche da un report pubblicato recentemente dall'Istituto Superiore della Sanità [23].

Nel 2006 la European Food Safety Authority (EFSA) ha valutato il BPA specificamente per il suo uso in materiali a contatto con gli alimenti concludendo che "... gli studi sperimentali mostrano una chiara evidenza di effetti endocrini e consentono di definire una dose massima tollerabile giornaliera di 0,05 milligrammi per chilogrammo di peso corporeo "Dose massima tollerabile ridotta recentemente a 0,005 milligrammi per chilogrammo di peso corporeo in via provvisoria, fino ad una valutazione più certa attesa per la fine del 2014.

Lo scorso maggio il ministro francese dell'ecologia, Ségolène Royal, ha confermato che dal 1° gennaio 2015 in Francia scatterà il divieto di utilizzo del BPA nei contenitori a contatto con gli alimenti e ha annunciato che il divieto varrà anche per gli scontrini fiscali.

Un'altra tipologia di plastiche utilizzate prevalentemente nella conservazione e distribuzione delle bevande è il **polietilentereftalato (PET)**. Diversi studi evidenziano come si siano osservate migrazioni di molecole di riconosciuta azione tossica/cancerogena di acetaldeide [6, 7], benzene [24], glicole etilenico [25] da contenitori di PET in diverse condizioni ambientali, oltre a sostanze come il dimetiltereftalato ed l'acido tereftalico [26].

Le resine melamminiche

Le resine melamminiche sono costituite da polimeri termoidurenti ottenuti attraverso un processo di policondensazione della 1,3,5-triazina-2,4,6-triamina (melammina) e la formaldeide. Il

prodotto così ottenuto risulta estremamente versatile: incolore e inodore, resistente all'acqua, agli agenti chimici, all'abrasione, al calore e con una notevole trasparenza alle radiazioni luminose soprattutto nel violetto. Questa resina viene utilizzata per produrre piatti ed altri utensili per la cucina (bicchieri, tazze, scodelle, cucchiari e mestoli).

Piatti, stoviglie e altri utensili da cucina a base di resina melamminica possono rilasciare **melammina** e **formaldeide** (i costituenti base della resina) quando vengono riscaldati direttamente o indirettamente attraverso il contatto con cibi caldi. Gli studi condotti recentemente dall'Istituto federale per la valutazione dei rischi tedesco (BfR, l'ente nazionale che in Germania si occupa di sicurezza alimentare), e dalle autorità di controllo degli Stati federali, evidenziano che quando questi materiali sono sottoposti a calore (temperature superiori ai 70°C) possono essere superati i valori limite di contaminazione previsti per tali composti [27].

Nei paragrafi precedenti si è già esposto il pericolo riguardante una eventuale contaminazione da formaldeide, agente recentemente classificato come di certa azione cancerogena anche dall'Agenzia per la Ricerca sul Cancro di Lione (IARC) e dal National Toxicology Program americano [4, 10-13].

In riferimento alla contaminazione di melamina, un recente studio della Kaohsiung Medical University di Taiwan, evidenzia infatti come il rilascio di sostanza negli alimenti a seguito di riscaldamento sia più che reale e soprattutto empiricamente quantificabile. Gli autori dello studio hanno monitorato due gruppi di volontari adulti: ad un gruppo è stata servita una zuppa calda di noodle in una ciotola di melamina, mentre all'altro gruppo la stessa zuppa ma in una ciotola di ceramica. Sono stati prelevati campioni di urina prima dell'indagine e dopo 12 ore e dai risultati è emerso che chi aveva mangiato la zuppa nella ciotola di melamina aveva 8,35 microgrammi di melamina nelle urine, una concentrazione oltre 6 volte maggiore rispetto ai 1,35 microgrammi di chi aveva consumato il cibo nella ciotola di ceramica [28].

In particolare, la tossicità renale determinata dalla melamina è nota sin dagli anni '80 [29]. Già in un report del National Toxicology Program (NIOSH, NC, USA) relativo ad uno studio di cancerogenicità di 2 anni su roditori, si era osservato un aumento statisticamente significativo dell'incidenza dose-correlata di carcinomi a cellule di transizione della vescica urinaria in ratti maschi trattati con la sostanza rispetto ai controlli. Sia nel 1986 che nel 1987 e successivamente nel 1999, la melamina è stata valutata dalla IARC come non classificabile come cancerogena per l'uomo a seguito della completa mancanza di qualsiasi studio sull'uomo (riproduttivi, di sviluppo, di tossicità o cancerogenicità, ecc...) e per la "sufficiente evidenza" di cancerogenicità in animali sperimentali in condizioni tali da determinare calcoli nella vescica [30].

Nel 2004 Cremonuzzi e collaboratori definiscono la melamina come un "agente cancerogeno" in grado di indurre lesioni pre-neoplastica e neoplastiche uroteliali tali da poter essere

usate come modello per lo studio dell'effetto modulatore dato dai diversi livelli di acidi grassi polinsaturi somministrati agli animali attraverso la dieta [31].

Il collegamento tra melammina e tossicità renale risultò evidente anche all'opinione pubblica nel 2008, quando alcune note aziende alimentari, tra cui la Nestlé, furono ritenute responsabili della vendita di latte contaminato con melammina per l'alimentazione di bambini cinesi che comportò il decesso di 6 di essi oltre a 50.000 casi di ricovero a seguito della formazione di gravi calcoli renali e sofferenze renali in genere. Il latte in polvere contaminato e ritirato nel 2008, fu poi rivenduto successivamente nel 2009, con conseguente ricovero di ulteriori casi [32, 33].

Già nel 2010 l'EFSA a seguito di una rivalutazione dei dati tossicologici disponibili sul composto proprio in conseguenza alla contaminazione fraudolenta di melammina avvenuta in mangimi per animali domestici e prodotti contenenti latte provenienti dalla Cina, ridusse la dose giornaliera ammissibile (DGA) del composto a 0,2 milligrammi per chilogrammo di peso corporeo (in linea con la DGA raccomandata dall'OMS nel 2008), rispetto agli 0,5 mg fissati precedentemente.

A questo proposito è altresì importante puntualizzare come la "DGA", che rappresenta una stima della quantità di un composto (contaminante o additivo alimentare in genere) che può essere assunta giornalmente con la dieta anche per tutto l'arco della vita **senza rischi apprezzabili** per la salute, **non rappresenti un livello di non rischio** ma piuttosto l'espressione di quello che la società, dopo valutazioni di vario tipo (tossicologiche, tecnologiche, di mercato ecc...) ritiene un rischio "socialmente tollerabile".

Conclusione

I fattori ambientali giocano indiscutibilmente un ruolo fondamentale nel determinare la salute ed il benessere degli individui e soprattutto dei bambini. Sempre maggiori evidenze scientifiche indicano, come i bambini, che comprendono più di un terzo della popolazione mondiale, rappresentano la fascia di popolazione più sensibile e vulnerabile a livello globale e che i fattori ambientali possano influenzare la loro salute in modo diverso dalla salute degli adulti. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che più di un terzo delle patologie che si sviluppano nei bambini possano essere attribuite a fattori ambientali [34] e quindi potenzialmente evitabili.

Le fasi di maturazione ed accrescimento che si verificano dal concepimento fino all'adolescenza, caratterizzate da una crescita esponenziale e dalla maturazione dei processi fisiologici, metabolici e comportamentali sono sicuramente le più delicate e critiche per la salute futura. Ogni singola fase di sviluppo è caratterizzata da una diversa suscettibilità nei confronti dei possibili insulti ambientali, questi stadi sono infatti definiti anche "finestre critiche di suscettibilità

espositiva". La possibile perturbazione di questi equilibri a seguito di un'esposizione a sostanze chimiche ambientali è certamente da evitare per la salvaguardia della loro salute futura. Prevenire l'esposizione dei bambini a tali sostanze dev'essere un obiettivo di primario interesse della sanità pubblica. Oltretutto è ben noto come la maggior parte delle sostanze potenzialmente pericolose per la salute (tra cui anche quelle di natura plastica) non sono state adeguatamente testate in studi di tossicità o cancerogenicità a lungo termine e soprattutto non sono state adeguatamente valutate per la potenziale tossicità nei bambini [34].

Sulla base di quanto riportato nel presente resoconto è sicuramente sconsigliabile l'utilizzo di contenitori di plastica (in particolare di resine di melammina e policarbonato) per la consumazione dei pasti nelle mense dei bambini in età scolare.

E' universalmente riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale come i bambini, dal concepimento sino allo sviluppo riproduttivo, siano in una fase di intensa e costante maturazione e crescita cellulare, che li rende organismi più deboli e vulnerabili nei confronti di qualsiasi insulto ambientale [35] e per questo motivo necessitano di una maggiore protezione da parte degli adulti in genere e delle istituzioni scolastiche in particolare. La conoscenza di questo stato di maggiore vulnerabilità determina l'esigenza di mettere in atto il Principio di Precauzione, ovvero misure di prevenzione cautelative massime anche in presenza del sospetto di un rischio non completamente quantificabile.

Dott.ssa Michela Padovani

Biologo Nutrizionista
Responsabile UO Biologia Molecolare
Centro di Ricerca sul Cancro Cesare Maltoni
Istituto Ramazzini
padovanim@ramazzini.it
www.ramazzini.org

Bibliografia

1. Maltoni C: **[The carcinogenicity of vinyl chloride: the lesson]**. *La Medicina del lavoro* 1991, **82**(5):383-387.
2. Maltoni C, Ciliberti A, Carretti D: **Experimental contributions in identifying brain potential carcinogens in the petrochemical industry**. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1982, **381**:216-249.
3. Maltoni C, Cotti G: **Carcinogenicity of vinyl chloride in Sprague-Dawley rats after prenatal and postnatal exposure**. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1988, **534**:145-159.
4. Soffritti M, Belpoggi F, Minardi F, Maltoni C: **Ramazzini Foundation cancer program: history and major projects, life-span carcinogenicity bioassay design, chemicals studied, and results**. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2002, **982**:26-45.
5. Pirastu R, Comba P, Reggiani A, Foa V, Masina A, Maltoni C: **Mortality from liver disease among Italian vinyl chloride monomer/polyvinyl chloride manufacturers**. *American journal of industrial medicine* 1990, **17**(2):155-161.
6. Eberhartinger S, Steiner I, Washuttl J, Kroyer G: **[The migration of acetaldehyde from polyethylene terephthalate bottles for fresh beverages containing carbonic acid]**. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung* 1990, **191**(4-5):286-289.
7. Linssen J, Reitsma H, Cozijnsen J: **Static headspace gas chromatography of acetaldehyde in aqueous foods and polythene terephthalate**. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung* 1995, **201**(3):253-255.
8. Lund KH, Petersen JH: **Migration of formaldehyde and melamine monomers from kitchen- and tableware made of melamine plastic**. *Food additives and contaminants* 2006, **23**(9):948-955.
9. Brooks PJ, Zakhari S: **Acetaldehyde and the genome: beyond nuclear DNA adducts and carcinogenesis**. *Environmental and molecular mutagenesis* 2014, **55**(2):77-91.
10. Soffritti M, Belpoggi F, Lambertin L, Lauriola M, Padovani M, Maltoni C: **Results of long-term experimental studies on the carcinogenicity of formaldehyde and acetaldehyde in rats**. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2002, **982**:87-105.
11. NTP: **Report on Carcinogens, Twelfth Edition**. In. Edited by Department of Health and Human Services PHS, National Toxicology Program. . Research Triangle Park, NC: U.S. ; 2011: 499 pp.
12. Soffritti M, Maltoni C, Maffei F, Biagi R: **Formaldehyde: an experimental multipotential carcinogen**. *Toxicol Ind Health* 1989, **5**(5):699-730.
13. **Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–110** [<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>]
14. Russo J: **Environment and Breast Cancer**. New York: Springer 2011.
15. Shelby MD: **NTP-CERHR monograph on the potential human reproductive and developmental effects of di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)**. *Ntp Cerhr Mon* 2006(18):v, vii-7, II-iii-xiii passim.
16. Hiatt R: **Epidemiologic Basis of the Role of Environmental Endocrine Disruptors in Breast Cancer**. In: *Environment and Breast Cancer*. edn. Edited by Russo J: Springer New York; 2011: 1-27.
17. Teilmann G, Juul A, Skakkebaek NE, Toppari J: **Putative effects of endocrine disrupters on pubertal development in the human**. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism* 2002, **16**(1):105-121.
18. Dodds EC, Lawson W: **Synthetic Oestrogenic Agents without the Phenanthrene Nucleus**. *Nature* 1936, **137**:996.

19. Layton L: *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 1938, **125**(#839):222-232.
20. **BPA** [<http://www.ewg.org/key-issues/toxics/bpa>]
21. Shelby MD: **NTP-CERHR monograph on the potential human reproductive and developmental effects of bisphenol A.** *Ntp Cerhr Mon* 2008(22):v, vii-ix, 1-64 passim.
22. Simoneau C, Van den Eede L, Valzacchi S: **Identification and quantification of the migration of chemicals from plastic baby bottles used as substitutes for polycarbonate.** *Food additives & contaminants Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment* 2012, **29**(3):469-480.
23. **Biberon e bisfenolo A: forse un bando non basta. Emergono "nuovi" problemi di rilascio di sostanze tossiche** [<http://www.iss.it/prvn/index.php?lang=1&id=282&tipo=4>]
24. Komolprasert V, Hargraves WA, Armstrong DJ: **Determination of benzene residues in recycled polyethylene terephthalate (PETE) by dynamic headspace-gas chromatography.** *Food additives and contaminants* 1994, **11**(5):605-614.
25. Kashtock M, Breder CV: **Migration of ethylene glycol from polyethylene terephthalate bottles into 3% acetic acid.** *Journal - Association of Official Analytical Chemists* 1980, **63**(2):168-172.
26. Huff JE: **Carcinogenicity of chemicals used for polyethylene terphthalate plastic drink bottles.** *Eur J Oncol* 1997, **2**(3):515-520.
27. BfR: **Release of melamine and formaldehyde from dishes and kitchen utensils.** In.; 2011.
28. Liu C-C, Wu C-F, Wu M-T: **Reappraisal of melamine exposure and adult calcium urolithiasis.** *Kidney Int* 2012, **82**(3):361-362.
29. National Toxicology Program: **Carcinogenesis Bioassay of Melamine (CAS No. 108-78-1) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Feed Study).** In: *NTP Technical Report*. Edited by Carcinogens NRo, vol. 245. Research Triangle Park, NC; 1983.
30. IARC: **Some Chemicals that Cause Tumours of the Kidney or Urinary Bladder in Rodents and Some Other Substances**, vol. 73. Lyon; 1999.
31. Cremonuzzi DC, Diaz MP, Valentich MA, Eynard AR: **Neoplastic and preneoplastic lesions induced by melamine in rat urothelium are modulated by dietary polyunsaturated fatty acids.** *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association* 2004, **42**(12):1999-2007.
32. Branigan T: **Chinese figures show fivefold rise in babies sick from contaminated milk.** In: *Guardian*. London; 2008.
33. Gossner CM, Schlundt J, Ben Embarek P, Hird S, Lo-Fo-Wong D, Beltran JJ, Teoh KN, Tritscher A: **The melamine incident: implications for international food and feed safety.** *Environmental health perspectives* 2009, **117**(12):1803-1808.
34. WHO: **Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals.** In: *Environmental Health Criteria* vol. 237. Geneva, Switzerland: World and Health Organization; 2006.
35. Landrigan PJ: **Risk assessment for children and other sensitive populations.** *Annals of the New York Academy of Sciences* 1999, **895**:1-9.