



22 Marzo 2019
Università degli Studi di Urbino



1506
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI URBINO
CARLO BO

CONTAMINAZIONE DA INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI NELLA CATENA ALIMENTARE: MONITORAGGIO, RICERCA E CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO

**Gli inquinanti organici persistenti di interesse prioritario per
l'ambiente e la sicurezza alimentare**

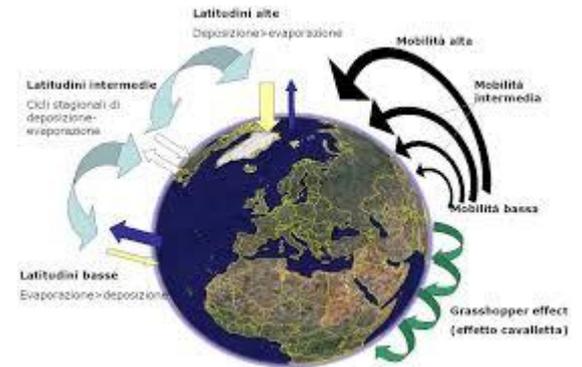
G. Scortichini

**Istituto Zooprofilattico Sperimentale
dell'Umbria e delle Marche "Togo Rosati"**



Contenuti

- I contaminanti organici persistenti (POP)
- Diossine e PCB
- Ritardanti di fiamma bromurati
- Sostanze per- polifluoroalchiliche
- Considerazioni finali

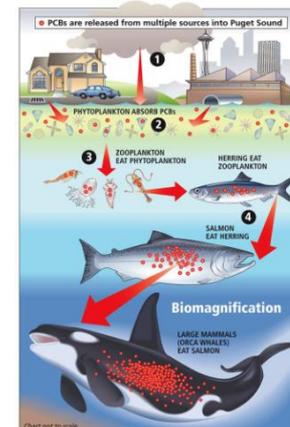


I contaminanti organici persistenti

Contesto internazionale

I contaminanti organici persistenti (POP) sono caratterizzati da:

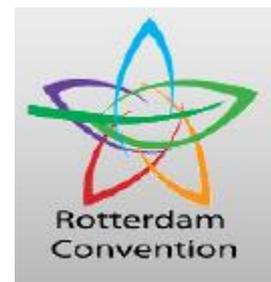
- ✓ elevata persistenza
- ✓ bioaccumulo negli ecosistemi
- ✓ tossicità ed ecotossicità
- ✓ distribuzione globale (ambiente, biota, uomo, alimenti)



1992



2004



2004





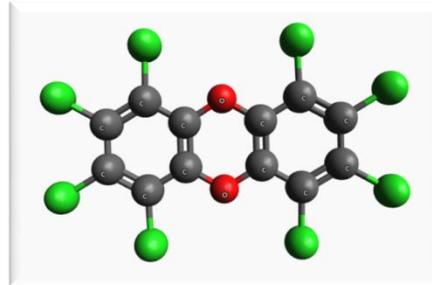
Diossine e PCB

Congeneri totali

Policlorodibenzo-*p*-diossine (PCDD)

1 – 8 atomi di cloro

75 isomeri



7 congeneri
2,3,7,8-cloro-
sostituiti

Policlorodibenzofurani (PCDF)

1 – 8 atomi di cloro

135 isomeri

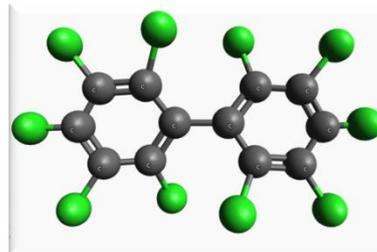


10 congeneri
2,3,7,8-cloro-
sostituiti

Policlorobifenili (PCB)

1 – 10 atomi di cloro

209 isomeri



12 congeneri
diossina-simili



C
o
n
g
e
r
s
i
t
o
s
s
i
c
i



Diossine e PCB

Congeneri di interesse

17 PCDD/F

12 PCB diossina-simili
(DL-PCB)

6 PCB indicatori non
diossina-simili*
(NDL-PCB)

* Rappresentano circa il
50% dei PCB totali negli
alimenti e mangimi

PCDD/F	DL-PCB	NDL-PCB
PCDD	non-orto-PCB	
2,3,7,8-TCDD	PCB-77	PCB-28
1,2,3,7,8-PeCDD	PCB-81	PCB-52
1,2,3,4,7,8-HxCDD	PCB-126	PCB-101
1,2,3,6,7,8-HxCDD	PCB-169	PCB-138
1,2,3,7,8,9-HxCDD		PCB-153
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD		PCB-180
OCDD		
PCDF	mono-orto-PCB	
2,3,7,8-TCDF	PCB-105	
1,2,3,7,8-PeCDF	PCB-114	
2,3,4,7,8-PeCDF	PCB-118	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	PCB-123	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	PCB-156	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	PCB-157	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	PCB-167	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	PCB-189	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF		
OCDF		

Diossine e PCB

Proprietà fisico-chimiche

- ❑ Stabilità chimica (all'ossidazione e all'idrolisi)
- ❑ Stabilità termica (decomposizione sopra i 700 °C)
- ❑ Liposolubilità
- ❑ Fotodegradazione (dechlorurazione)
- ❑ Bioaccumulo
 - Bioconcentrazione
 - Biomagnificazione

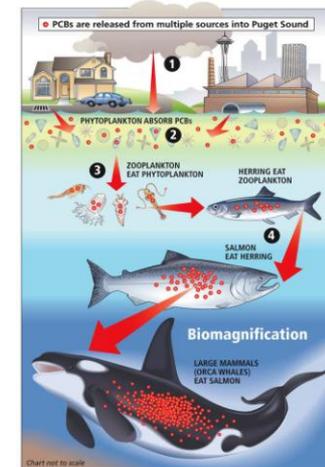


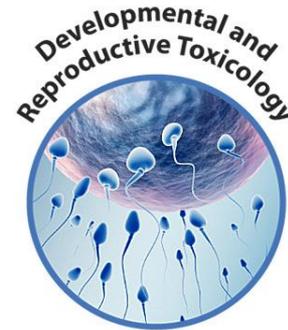
Image from Seattle Post Intelligencer

Diossine e PCB

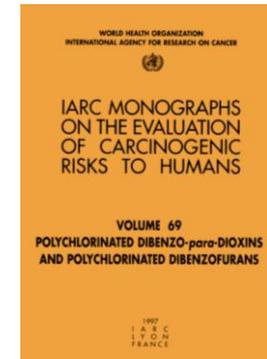
Effetti sulla salute

Il meccanismo molecolare di azione attraverso il quale esercitano i loro effetti biochimici sui vertebrati implica l'attivazione del recettore AhR (Aryl Hydrocarbon Receptor).

- ❑ Cloracne
- ❑ Tossicità sul sistema riproduttivo
- ❑ Tossicità per lo sviluppo
- ❑ Immunosoppressione
- ❑ Interferenza con il sistema endocrino
- ❑ Cancerogenicità



NIH U.S. National
Institute of
Environmental Health
Science



IARC Monographs 69
(1997) and 100 F (2010)

Gu et al. Annu Rev Pharmacol Toxicol. 2000

Diossine e PCB

Sorgenti di emissione di PCDD/F (1)

Processi di incenerimento e combustione

- ❑ Incenerimento di rifiuti (solidi urbani, ospedalieri, pericolosi) e fanghi di depurazione
- ❑ Centrali a carbone
- ❑ Cementifici
- ❑ Combustione legname
- ❑ Veicoli a motore
- ❑ Incendi boschivi
- ❑ Eruzioni vulcaniche



Kulkarni et al. *Env Int.* 2008

Diossine e PCB

Sorgenti di emissione di PCDD/F (2)

Processi industriali

- ❑ Industria dei metalli (produzione acciaio, processi di fusione, recupero di rottami, sinterizzazione minerali ferrosi, ecc.)
- ❑ Produzione di composti clorurati (fenoli clorurati, PCB, fenossiacidi, derivati clorurati del benzene, ecc.)
- ❑ Cartiere (clorurazione di composti fenolici naturalmente presenti nella polpa di legno)



Diossine e PCB

Sorgenti di emissione di PCDD/F (3)

Fonti di riserva

- ❑ Processi fotochimici (es. reazioni radicaliche del pentaclorofenolo)
- ❑ Materiale di compostaggio e fanghi di depurazione usati come fertilizzanti organici
- ❑ Suoli e sedimenti contaminati



Diossine e PCB

Impieghi dei PCB

Sistemi aperti

- ❑ Oli lubrificanti, di immersione e di tenuta
- ❑ Plasticizzanti, adesivi, cere, vernici, inchiostri
- ❑ Agenti di laminazione e impregnanti
- ❑ Additivi per cemento e gesso
- ❑ Ritardanti di fiamma, agenti depolverizzanti e di colata



Sistemi chiusi

- ❑ Trasformatori, condensatori
- ❑ Fluidi idraulici e per scambiatori di calore



Breivik et al. Sci Tot Environ. 2002

Diossine e PCB

Altre sorgenti di emissione di PCB

Smaltimento, processi industriali e rilascio accidentale

- ❑ Incenerimento di rifiuti
- ❑ Combustione all'aperto
- ❑ Sinterizzazione
- ❑ Forni ad arco elettrico
- ❑ Discariche
- ❑ Suoli e sedimenti contaminati
- ❑ Fanghi di depurazione impiegati come fertilizzanti



European Environmental Agency. 2005

Diossine e PCB

Esposizione umana

- ❑ Esposizione accidentale
- ❑ Esposizione occupazionale
- ❑ Esposizione ambientale
 - ✓ Consumo di alimenti (> 90% dell'esposizione totale)
 - ✓ Aria inalata
 - ✓ Ingestione di suolo contaminato
 - ✓ Assorbimento dermico



European Commission. Scientific Committee on Food. 2000

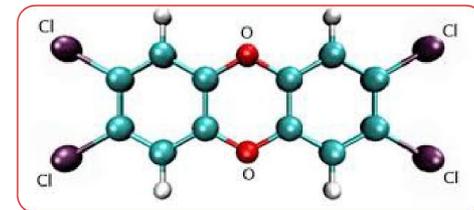
Diossine e PCB

Fattori di tossicità equivalente (1)

In totale, 7 PCDD, 10 PCDF e 12 DL-PCB sono considerati tossici dal WHO con livelli di tossicità diversi.

A ciascun composto è assegnato un **Fattore di Tossicità Equivalente (TEF)** rispetto alla TCDD (il composto più tossico della serie).

Pertanto, il TEF assegnato alla TCDD è pari a 1, per tutti gli altri composti è < 1 , ad eccezione della 1,2,3,7,8-PeCDD per la quale è 1.



van den Berg et al. Environ Health Perspect. 1998

van den Berg et al. Toxicol Sci. 2006



Diossine e PCB

Fattori di tossicità equivalente (2)

Congenero	TEF _{WHO-1998}	TEF _{WHO-2005}		TEF _{WHO-1998}	TEF _{WHO-2005}
PCDD			Non-orto DL-PCB		
2,3,7,8-TCDD	1	1	PCB-77	0.0001	0.0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1	PCB-81	0.0001	0.0003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	PCB-126	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	PCB-169	0.01	0.03
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1			
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01			
OCDD	0.0001	0.0003			
PCDF			Mono-orto DL-PCB		
2,3,7,8-TCDF	0.01	0.01	PCB-105	0.0001	0.00003
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.03	PCB-114	0.0005	0.00003
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.3	PCB-118	0.0001	0.00003
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	PCB-123	0.0001	0.00003
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	PCB-156	0.0005	0.00003
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	PCB-157	0.0005	0.00003
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	PCB-167	0.00001	0.00003
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	PCB-189	0.0001	0.00003
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01			
OCDF	0.0001	0.0003			



Diossine e PCB

Equivalenti di tossicità

Il sistema permette l'espressione quantitativa della tossicità di un singolo composto in termini di concentrazione equivalente di TCDD.

Per una miscela di diossine e di composti diossina-simili, la concentrazione di ciascun componente è moltiplicata per il rispettivo TEF, quindi sommandosi i vari contributi si ottiene il valore di **Tossicità Equivalente (TEQ)**.

$$\text{TEQ} = \sum[\text{PCDD}_i \times \text{TEF}_i] + \sum[\text{PCDF}_i \times \text{TEF}_i] + \sum[\text{PCB}_i \times \text{TEF}_i]$$



TCDD toxic equivalent

Diossine e PCB

Livelli di assunzione tollerabile

Varie organizzazioni hanno effettuato la valutazione del rischio per le diossine fornendo valori guida per la protezione della salute:

- ❑ Scientific Committee on Food (SCF), 2001: **dose tollerabile settimanale (TWI)** di **14 pg WHO-TEQ/kg body weight (b.w.)** per PCDD/F + DL-PCB (2 pg/kg b.w. al giorno).
- ❑ Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA), 2001: **dose tollerabile mensile provvisoria (PTMI)** di **70 pg WHO-TEQ/kg b.w.** per PCDD/F + DL-PCB (2.3 pg/kg b.w. al giorno).
- ❑ US Environment Protection Agency (US EPA), 2012: **dose orale di riferimento (RfD)** di **0.7 pg/kg b.w. al giorno** per PCDD/F.
- ❑ US Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR): **livello minimo di rischio** **1.0 pg/kg b.w. al giorno** per PCDD/F.
- ❑ European Food Safety Authority (EFSA): **dose tollerabile settimanale (TWI)** di **2 pg WHO-TEQ/kg b.w.** per PCDD/F + DL-PCB.

EFSA Journal 2015, 2018

Diossine e PCB

Strategia Europea per PCDD/F e PCB



Riduzione dei livelli nell'ambiente

- a) Identificazione del pericolo, valutazione e gestione del rischio, comunicazione pubblica riguardo alle ricerche effettuate, comunicazione a paesi terzi (azioni a breve e medio termine)
- b) Raccolta dati, monitoraggio e sorveglianza, identificazione delle misure da adottare (azioni a lungo termine)

Riduzione dei livelli negli alimenti e mangimi

- a) Livelli massimi (rigorosi ma praticabili): se superati, i prodotti non possono essere commercializzati
- b) Livelli di azione (allarme di livelli più alti di quelli desiderabili): se superati, occorre adottare misure per ridurre/eliminare la sorgente di emissione

Malisch and Kotz. Sci Tot Environ. 2014

Diossine e PCB

Livelli massimi/di azione per PCDD/F e PCB

Regolamento (CE) 1881/2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari.



Livelli massimi -
alimenti

Raccomandazione 2014/663/UE che modifica l'allegato della raccomandazione 2013/711/UE sulla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti.



Livelli di azione -
alimenti

Direttiva 2002/32/CE relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali.



Livelli massimi e
livelli di azione -
mangimi

Diossine e PCB

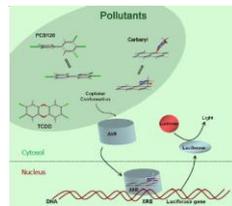
Metodi di campionamento e di analisi

Regolamento (UE) 2017/644 che stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo dei livelli di diossine, PCB diossina-simili e PCB non diossina-simili in alcuni prodotti alimentari.

Regolamento (UE) 2017/771 che modifica il regolamento (CE) n. 152/2009 per quanto riguarda i metodi per la determinazione dei livelli di diossine e policlorobifenili.

Metodi di screening

- Bioassays
- GC-MS/MS; GC-HRMS



Metodi di conferma

- GC-MS/MS
- GC-HRMS



EN 16215:2012

EPA method 1613

EPA method 1668



Diossine e PCB

Rete dei laboratori europei

EU Network of EU-RL and NRLs for Dioxins and PCBs

27 NRLs applying confirmatory methods for dioxins and PCBs in feed and food

Gentile concessione
Dr. Malisch, EU-RL



Updated 24 August 2016

European Union Reference Laboratory of Dioxins and PCBs in Feed and Food



Diossine e PCB

Il caso Campania (1)

Novembre 2001: campioni di latte ovino non conformi per PCDD/F (prelevati nell'ambito del Piano Nazionale Residui).

Aprile 2002 - Novembre 2004: esaminati 595 campioni di latte ovino, caprino, vaccino e bufalino, e 434 campioni di mangimi.

Latte: 27% campioni non conformi, 45% dei quali di latte ovino (mediana e valore massimo 2,66 e 30,4 pg WHO₁₉₉₈-TEQ/g grasso,, livello massimo 3,0 pg WHO₁₉₉₈-TEQ/g grasso).

Mangimi: 13% campioni non conformi su 267 campioni di erba, insilato e fieno coltivati nell'area di studio.



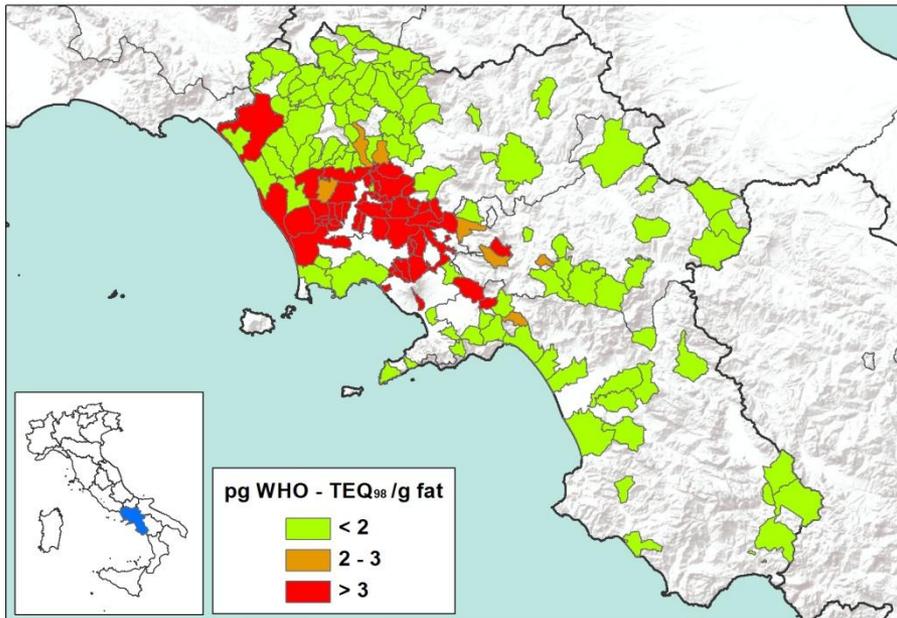
Diletti et al. Mehmetli and Koumanova (Eds.).

The fate of persistent organic pollutants in the environment. Springer. 2008

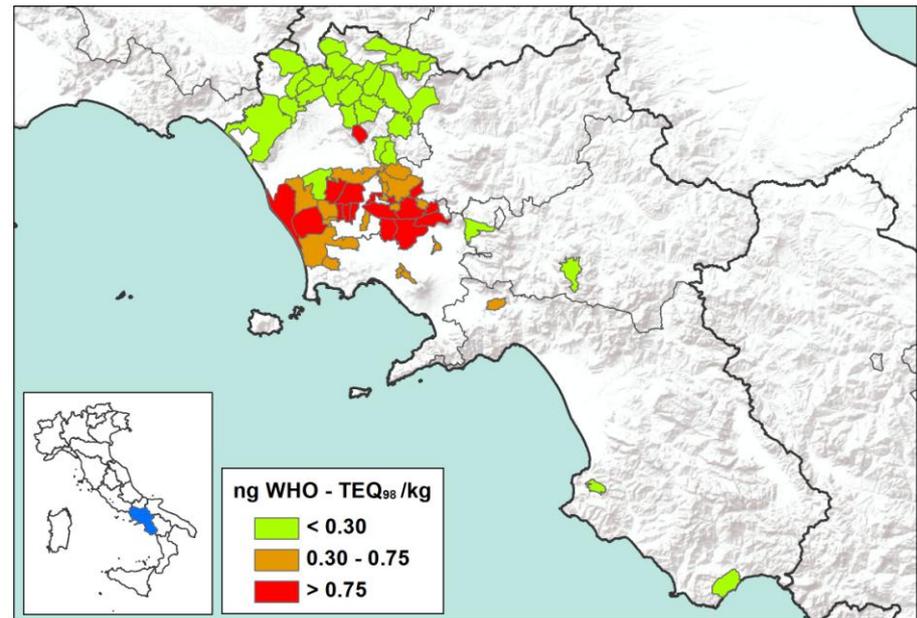
Diossine e PCB

Il caso Campania (2)

Livelli di PCDD/F nel latte



Livelli di PCDD/F nei mangimi



L'analisi spaziale ha evidenziato alcune aree in Provincia di Napoli e Caserta caratterizzate dalla pratica di incenerimento e interramenti di rifiuti.

Gentile concessione
Dr. Diletti, IZSAM



Diossine e PCB

Il caso Taranto (1)

Marzo 2008: PCDD/F e PCDD/F + DL-PCB superiori ai limiti massimi in campioni di latte ovino e caprino prelevati in prossimità della zona industriale di Taranto.



Monitoraggio delle aziende agrozootecniche e di mitilicoltura nel Mar Grande e nel Mar Piccolo (primo e secondo seno).

Diletti G. et al. *Organohalogen Compd.* 2009

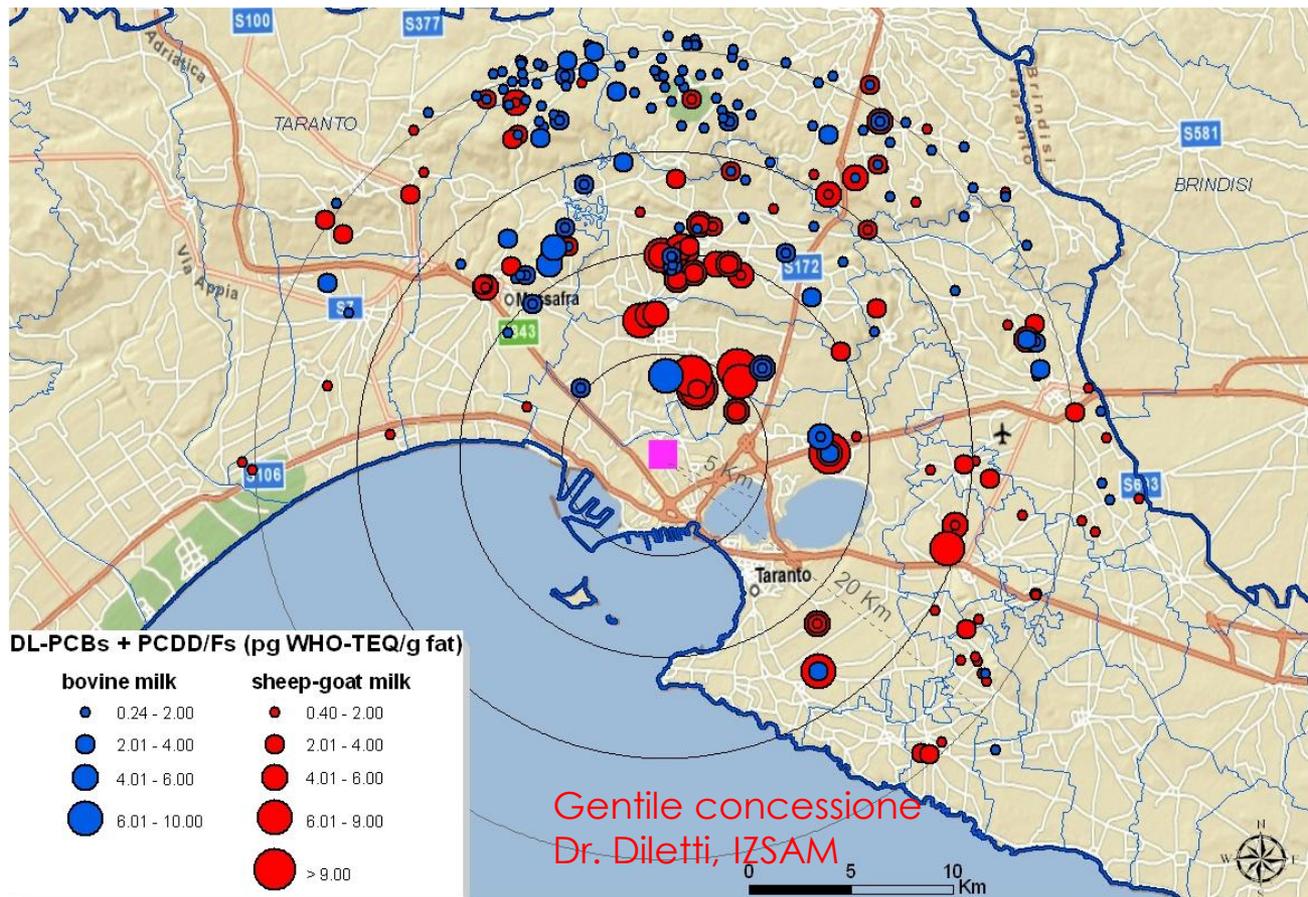
Esposito V. et al. *Sci Total Environ.* 2014

Di Leo A. et al. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2014

Diossine e PCB

Il caso Taranto (2)

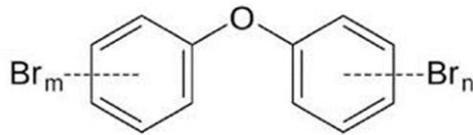
Livelli di PCDD/F + DL-PCB nel latte vaccino e ovi-caprino



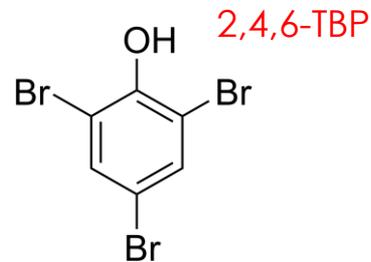
Ritardanti di fiamma bromurati

Classi di composti

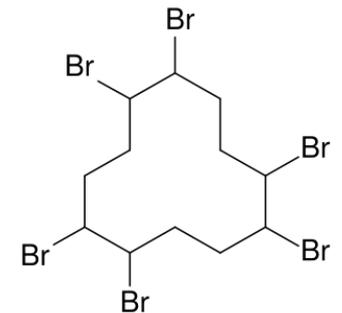
I ritardanti di fiamma bromurati (BFR) costituiscono un ampio gruppo di sostanze impiegate in molti prodotti per prevenire il pericolo di incendio.



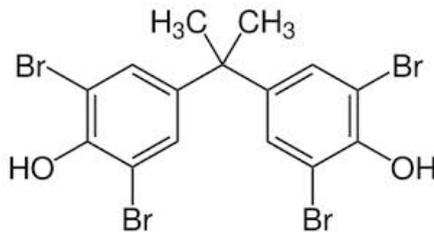
Polibromodifenil eteri
(PBDE)



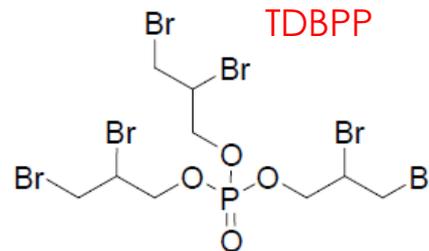
Fenoli bromurati
(PBB)



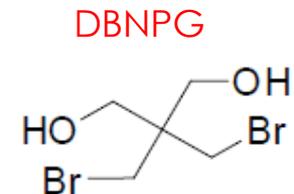
Esabromociclododecane
(HBCDD)



Tetrabromo bisfenolo A
(TBBPA)



BFR nuovi ed emergenti



Ritardanti di fiamma bromurati

Uso dei BFR

Approssimativamente circa 311000 tonnellate impiegate a livello mondiale nel 2005 (21% del consumo totale dei ritardanti di fiamma).

- ❑ PBDE
 - ✓ Dispositivi elettronici (computer, TV)
 - ✓ Tappezzeria
 - ✓ Tappeti
- ❑ HBCDD
 - ✓ Schiume in polistirene
 - ✓ Rivestimenti tessili
- ❑ TBBPA
 - ✓ Epossiresine
 - ✓ Poliesteri policarbonati



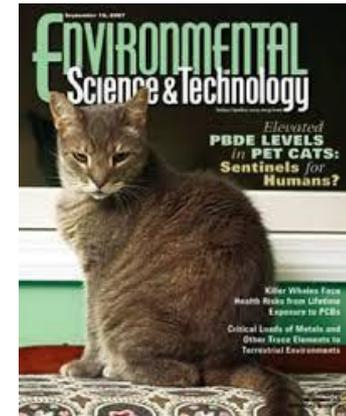
Fromme et al. Int J Hyg Environ Health. 2016

Ritardanti di fiamma bromurati

Effetti sulla salute

Dati tossicologici noti principalmente per PBDE e HBCDD, con i seguenti endpoint critici:

- ❑ Epatotossicità
- ❑ Interferenza omeostasi ormoni tiroidei
- ❑ Tossicità sul sistema riproduttivo
- ❑ Effetti neurocomportamentali
- ❑ Danno al DNA attraverso l'induzione di specie reattive dell'ossigeno



Fromme et al. Int J Hyg Environ Health. 2016

Ritardanti di fiamma bromurati

Esposizione umana

- ❑ Esposizione con la dieta (via principale)
 - ✓ Pesce e prodotti ittici
 - ✓ Carne e derivati
 - ✓ Grassi animali e vegetali
 - ✓ Latte e derivati
 - ✓ Uova e derivati
- ❑ Polvere
- ❑ Aria (indoor e outdoor)



US EPA: Dose di Riferimento (RfD) alla quale non si prevede un rischio apprezzabile per la salute per l'esposizione nell'intera vita

- ✓ 100 ng/kg b.w. al giorno per BDE-47 e BDE-99
- ✓ 200 ng/kg b.w. al giorno per BDE-153
- ✓ 7000 ng/kg b.w. al giorno BDE-209

US EPA 2017

Fromme et al. Int J Hyg Environ Health. 2016

Ritardanti di fiamma bromurati

Opinioni scientifiche EFSA (1)



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2012;10(4):2634

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Brominated Flame Retardants (BFRs) in Food: Brominated Phenols and their Derivatives¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2011;9(12):2477

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and its derivatives in food¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2011;9(5):2156

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2011;9(7):2296

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in Food¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2012;10(10):2908

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Emerging and Novel Brominated Flame Retardants (BFRs) in Food¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy



European Food Safety Authority

EFSA Journal 2010; 8(10):1789

SCIENTIFIC OPINION

Scientific Opinion on Polybrominated Biphenyls (PBBs) in Food¹

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

Ritardanti di fiamma bromurati

Opinioni scientifiche EFSA (2)

L'EFSA ha raccomandato il monitoraggio degli alimenti e mangimi per la presenza dei BFR e valutato il rischio per la salute della popolazione europea relativo alla presenza dei BFR negli alimenti.

Polibromobifenili (PBB) – Basso rischio per la salute.

Polibromodifenileteri (PBDE) – Potenziale preoccupazione per il BDE-99.

Esabromociclododecani (HBCDD) – Basso rischio per la salute.

Tetrabromobisfenolo A (TBBPA) e derivati – Basso rischio per la salute.

Fenoli bromurati e derivati – Basso rischio per 2,4,6-tribromofenolo.

BFR emergenti e nuovi – Dati e informazioni insufficienti per la caratterizzazione del rischio.

Ritardanti di fiamma bromurati

Monitoraggio UE

Raccomandazione 2014/118/UE sul monitoraggio di tracce di ritardanti di fiamma bromurati negli alimenti.

Monitoraggio dei BFR in un'ampia gamma di prodotti alimentari che riflettono le abitudini di consumo allo scopo di ottenere una stima accurata dell'esposizione (2014-2015).

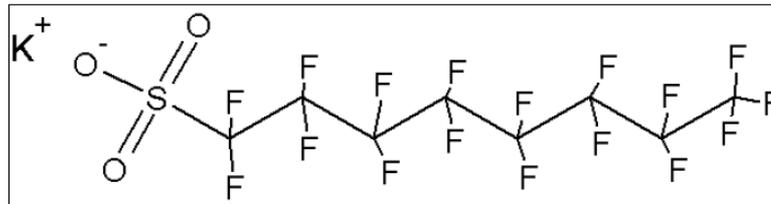
- ❑ **PBDE** - BDE-28, BDE-47, BDE-49, BDE-99, BDE-100, BDE-138, BDE-153, BDE-154, BDE-183, BDE-209.
- ❑ **HBCDD** - alfa-HBCDD, beta-HBCDD, gamma-HBCDD.
- ❑ **TBBPA e derivati** - TBBPA bismetil etere, TBBPA bis(2-idrossietil) etere, ecc.
- ❑ **Fenoli bromurati e derivati** - 2,4,6-tribromo fenolo (2,4,6-TBP), 2,4-dibromo fenolo (2,4-DPB), ecc.
- ❑ **BFR emergenti e nuovi** - tris(2,3-dibromopropil) fosfato (TDBPP), 2,2-bis(bromometil)-1,3-propandiolo (DBNPG), ecc.

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

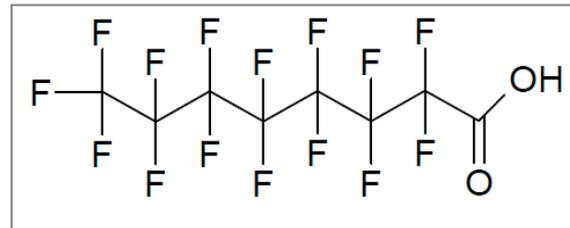
Classi di composti (1)

- ❑ Sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS): costituite da una catena alchilica (tipicamente da C4 a C16) e da una testa idrofilica (neutra, cationica o anionica).
- ❑ Elevata pericolosità dei PFAS a catena lunga, in particolare:

- ✓ Perfluoroottansolfonato (PFOS)



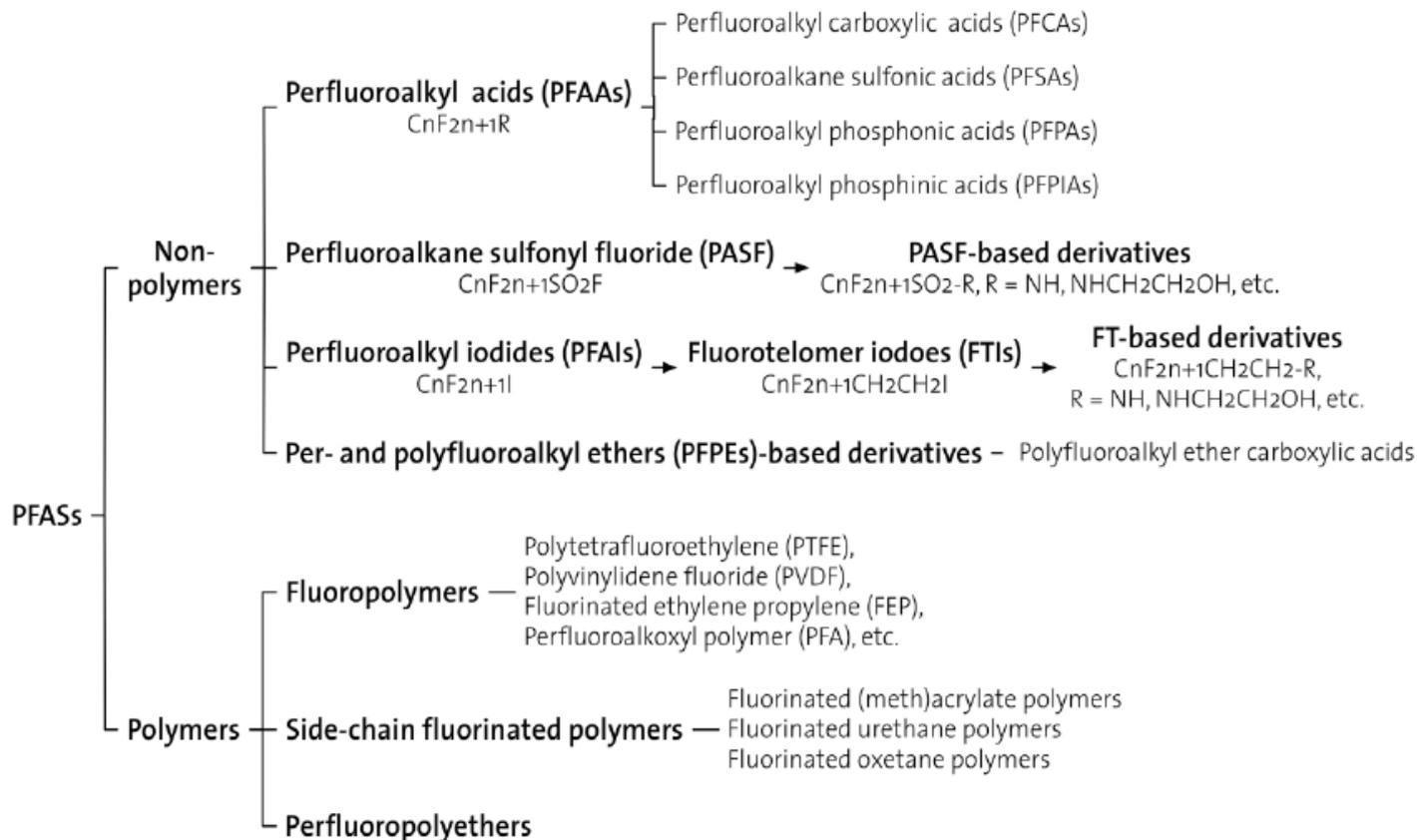
- ✓ Acido perfluoroottanoico (PFOA)



Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Classi di composti (2)

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)



OECD. Synthesis paper on Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs). 2013

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Uso dei PFAS

Impiegati da decenni nella fabbricazione di prodotti industriali e di consumo per le loro proprietà dielettriche, stabilità termica e chimica, e bassa energia superficiale.

- ❑ Rivestimenti protettivi di tessuti e tappeti
- ❑ Rivestimenti in carta
- ❑ Formulazioni di insetticidi
- ❑ Vernici
- ❑ Cosmetici
- ❑ Detergenti
- ❑ Cere, agenti lucidanti
- ❑ Schiume antincendio



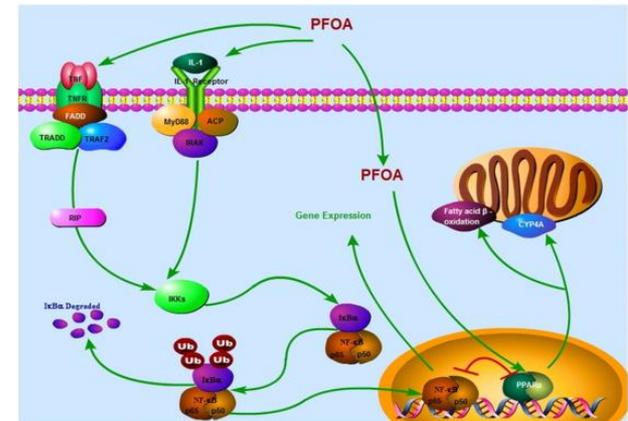
Domingo. Environ Int. 2012

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Effetti sulla salute

Effetti avversi sulla salute (studi di sperimentazione animale ed epidemiologici nell'uomo):

- ❑ Tossicità sul sistema riproduttivo
- ❑ Tossicità per lo sviluppo
- ❑ Tossicità neurocomportamentale
- ❑ Immunotossicità
- ❑ Tossicità sul fegato, rene e polmone
- ❑ Ipercolesterolemia
- ❑ Interferenza sugli ormoni tiroidei
- ❑ Cancerogenicità



Kan et al. *Environ Int.* 2017

EFSA *Journal* 2012

US EPA <https://www.epa.gov/pfas> 2018

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Esposizione umana

- ❑ Esposizione con la dieta (via principale)
 - ✓ Pesce e prodotti ittici, carne e derivati
 - ✓ Alimenti prodotti in ambiente (suolo, acqua) contaminati da PFAS
 - ✓ Contaminazione da materiali a contatto con gli alimenti
 - ✓ Contaminazione nella produzione di alimenti
 - ✓ Acqua potabile
- ❑ Aria (indoor, outdoor)/aerosol e polvere
- ❑ Prodotti di consumo trattati con PFAS
- ❑ Esposizione occupazionale

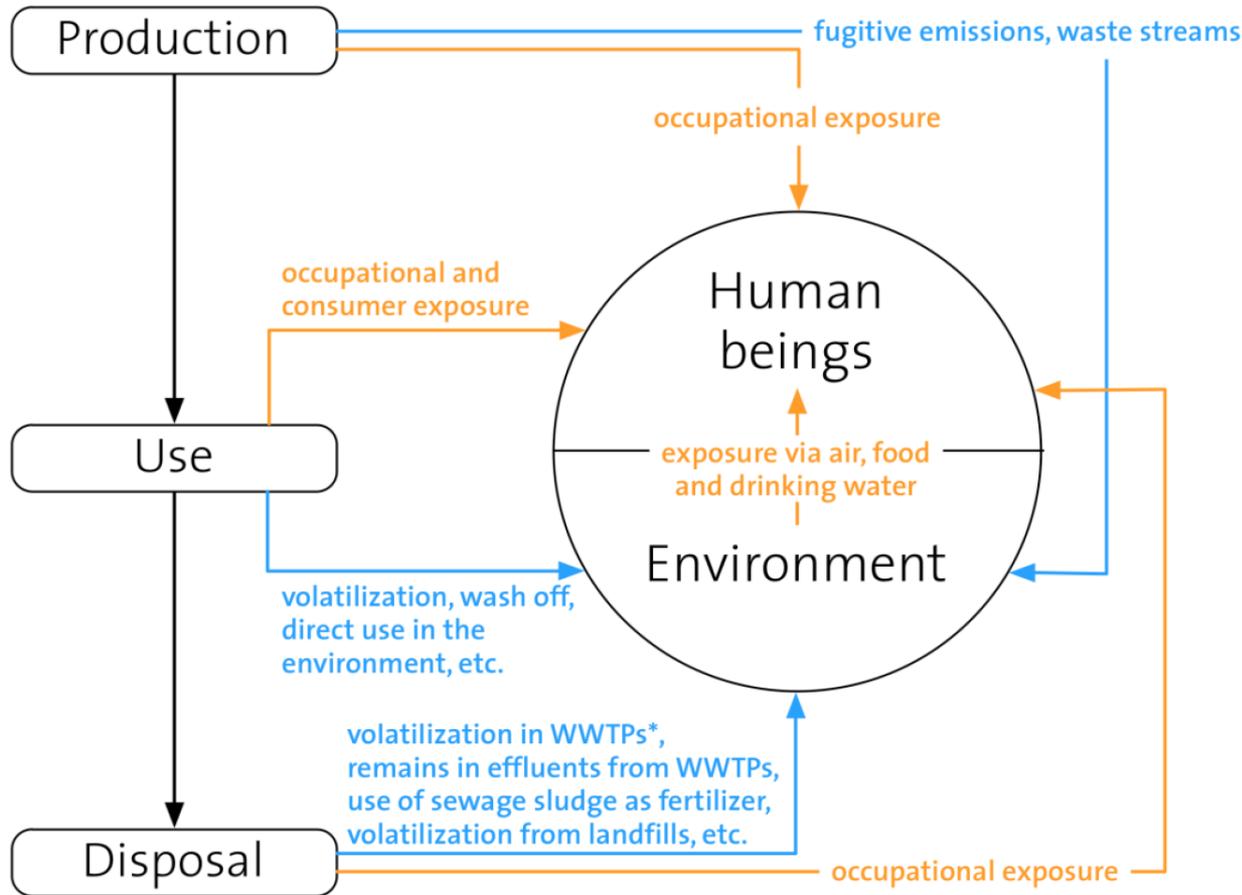


US EPA <https://www.epa.gov/pfas> 2018

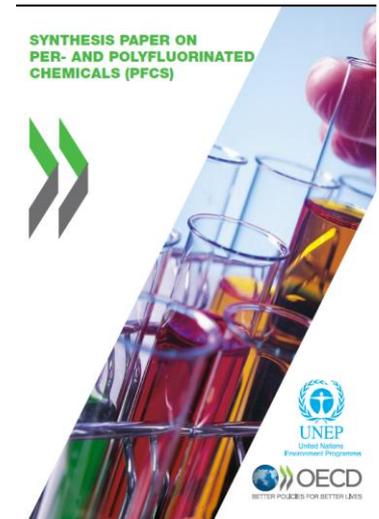
EFSA Journal 2018

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Sorgenti di contaminazione ambientale



* WWTPs = wastewater treatment plants



OECD. Synthesis paper on Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs). 2013

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Livelli di assunzione tollerabile

- ❑ Dose giornaliera tollerabile (TDI), EFSA 2008
 - ✓ 150 ng/kg b.w. per PFOS
 - ✓ 1500 ng/kg b.w. per PFOA

- ❑ Dose orale di riferimento (RfD), U.S. EPA 2016
 - ✓ 20 ng/kg b.w. per PFOS e PFOA

- ❑ Livello di riferimento, U.S. EPA 2016
 - ✓ 70 ng/l per PFOA e PFOS in acqua potabile

- ❑ Dose settimanale tollerabile (TWI), EFSA 2018
 - ✓ 13 ng/kg b.w. per PFOS
 - ✓ 6 ng/kg b.w. per PFOA



EFSA Journal 2008, 2012, 2018

US EPA. Fact Sheet PFOA & PFOS Drinking Water Health Advisories, 2016

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Monitoraggio UE

Raccomandazione 2010/161/UE sul monitoraggio di sostanze perfluoroalchiliche negli alimenti.

Monitoraggio dei PFAS in un'ampia varietà di alimenti tenendo conto delle abitudini di consumo, includendo prodotti di origine animale e vegetale al fine di ottenere una stima accurata dell'esposizione (2010 – 2011).



Valutazione basata su 54195 risultati ottenuti su 7560 campioni di alimenti da 13 paesi UE comprendenti 27 PFAS (2006-2012).

Successivamente, su mandato della Commissione Europea, l'EFSA ha avviato un programma di raccolta annuale dei dati relativi ai contaminanti chimici negli alimenti, inclusi i PFAS.

Sostanze per- e polifluoroalchiliche

Risultati del monitoraggio UE

L'attuale valutazione dell'esposizione si è basata sui risultati considerati validi per PFOS (10191) e PFOA (9828) relativi al periodo 2007-2015, forniti da 16 paesi UE.

- ❑ PFOS (valori medi lower-bound)
 - ✓ Carne e derivati: 28,6 µg/kg
 - ✓ Pesce e prodotti ittici: 2,08 µg/kg
 - ✓ Fegato di mammiferi (selvaggina): 215 µg/kg

- ❑ PFOA (valori medi lower-bound)
 - ✓ Carne e derivati: 0,10 µg/kg (frattaglie escluse)
 - ✓ Pesce e prodotti ittici: 0,22 µg/kg
 - ✓ Fegato di mammiferi (selvaggina): 5,46 µg/kg

Considerazioni finali

Programmi di monitoraggio e sorveglianza dei POP negli alimenti e mangimi

- scoperta di nuovi casi di contaminazione
- valutazione degli andamenti temporali dei livelli di contaminazione e dell'efficacia delle misure adottate per ridurre il rilascio nell'ambiente
- definizione di nuovi livelli massimi permessi per determinate sostanze e rivalutazione dei livelli massimi fissati attualmente

Nuovi dati da studi tossicologici ed epidemiologici

- rilevanza dei nuovi BFR e dei PFAS per la salute umana, definizione delle sostanze prioritarie da monitorare e di nuovi livelli di assunzione tollerabile
- riesame degli attuali livelli di riferimento per la salute

Maggiore sensibilità dei metodi di analisi

- determinare bassi livelli di concentrazione delle sostanze in esame
- maggiore attendibilità della valutazione dell'esposizione

Grazie per l'attenzione

