



Ottobre 2020

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Ogni volta che si brucia del materiale organico, per esempio accendendosi una sigaretta, guidando un veicolo a motore o facendo una grigliata, si sprigionano idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Gli IPA sono presenti nell'ambiente anche come prodotti secondari indesiderati della raffinazione del petrolio. Poiché alcuni IPA sono cancerogeni, diverse leggi impongono che la loro quantità venga ridotta al minimo tecnicamente non eliminabile che non costituisca un rischio per la salute umana.

Molecole costituite da diversi anelli

Come dice il nome, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti da almeno due anelli benzenici uniti tra loro (figura 1). Il benzene consiste in un anello con sei atomi di carbonio.

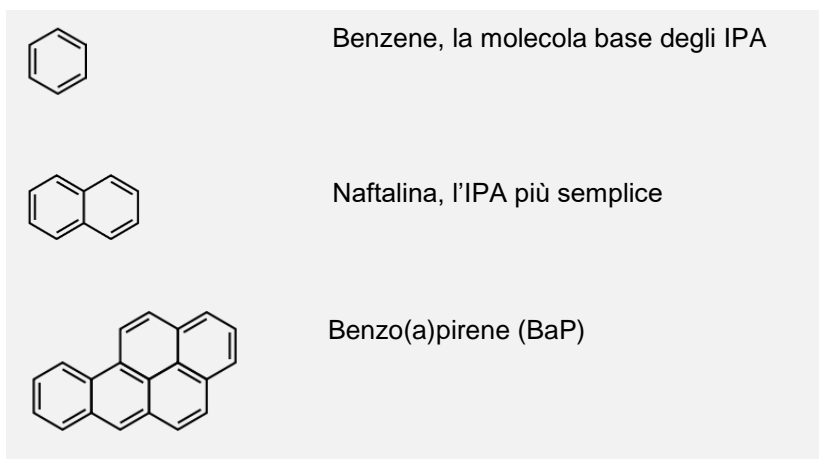


Figura 1: Struttura chimica del benzene e di alcuni idrocarburi policiclici aromatici

Tossici per uomini e animali

A causa della speciale conformazione della loro struttura ad anelli, alcuni IPA vengono trasformati nel corpo in composti estremamente tossici, chiamati epossidi, che reagiscono molto facilmente con il DNA generando mutazioni genetiche nelle cellule con il rischio di provocare tumori. Inoltre, alcuni IPA compromettono la capacità riproduttiva o lo sviluppo del feto. Questi effetti nocivi sono stati dimostrati negli animali, ma questo rischio sussiste anche per l'essere umano. Particolarmente tossico è il benzo(a)pirene, che si è dimostrato cancerogeno nell'essere umano ed è ritenuto causa di mutazioni genetiche, malformazioni fetali e disturbi dello sviluppo.

Prodotti dai processi di combustione

Gli IPA sono generati dalla combustione incompleta di materiale organico (p. es. carbone, olio da riscaldamento, carburante, legno, tabacco) e si diffondono nell'aria legati alle particelle di fuliggine. Gran parte degli IPA presenti nell'aria provengono da questi processi di combustione, ma le fuliggini vengono aggiunte anche alle mescole di gomma per migliorarne le proprietà elastiche o ammortizzanti. Quindi, gli IPA finiscono anche nelle impugnature degli utensili o nelle guaine dei cavi. Anche gli alimenti possono accumulare quantità non trascurabili di IPA generati da combustione, per esempio nella preparazione di prodotti cereali o di oli vegetali, nell'affumicatura e nella cottura alla griglia di carne e pesce.

Gli IPA sono anche componenti naturali del carbone e del petrolio, che nel processo di raffinazione si accumulano nel bitume. I prodotti trattati con bitume e catrame, come l'asfalto, le lastre bitumate o i coloranti organici ne contengono quindi un tenore elevato. Negli anni 1960 erano ancora in uso colle contenenti catrame per incollare il parquet, e fino agli anni 1990 si impregnava il legno (per esempio le traversine ferroviarie o i pali) con olio di catrame per proteggerlo dagli agenti atmosferici. Gli IPA di origine fossile sono contenuti anche nei cosiddetti oli diluenti, aggiunti alle mescole di gomma utilizzate per esempio nella fabbricazione degli pneumatici per migliorarne le prestazioni.

Tre vie di penetrazione nel corpo e fonti di esposizione

Gli IPA sono relativamente poco solubili in acqua e poco volatili. Pertanto tendono a non diffondersi evaporando, ma in genere finiscono nell'ambiente legati alle particelle che si liberano dai materiali con l'usura. L'essere umano può assumere gli IPA in tre modi: per via orale consumando alimenti, per via respiratoria inalando pulviscolo o per via cutanea venendo in contatto con materiali che li contengono.

La fonte di IPA più importante è l'alimentazione quotidiana (figura 2). In particolare i prodotti a base di carne o pesce affumicati o grigliati sulla fiamma, gli oli e grassi vegetali, il tè e il caffè contengono un elevato tenore di IPA. Nei Paesi dell'UE i consumatori assumono IPA soprattutto attraverso i prodotti ittici e cerealicoli; questi ultimi hanno un tenore moderato di idrocarburi policiclici aromatici, ma vengono consumati in grandi quantità. Una persona che segue un'alimentazione equilibrata assimila ogni giorno circa 235 ng di benzo(a)pirene (BaP). Chi consuma quantità particolarmente elevate di cereali e pesce può arrivare a ingerirne circa il doppio. Per contro, l'acqua che si beve genera un apporto quotidiano di circa 2 ng al giorno, del tutto irrilevante (EFSA, 2008).

La maggior parte degli IPA inalati proviene dal fumo di tabacco (figura 2). Chi fuma 20 sigarette al giorno assume in media 105 ng di benzo(a)pirene al giorno; un fumatore passivo circa 40 ng considerando un'esposizione di 5 ore (EFSA, 2008). Anche le stufe a cattivo tiraggio possono immettere IPA nell'aria dell'abitazione, come pure, anche se in minima quantità, i rivestimenti dei cavi o le vecchie colle per fissare i parquet.

Gli IPA nell'aria esterna provengono principalmente dai gas di scarico delle automobili (soprattutto diesel) e in misura minore dagli impianti di riscaldamento e dall'abrasione degli pneumatici. Anche il granulato di gomma dell'erba sintetica, prodotto con pneumatici usati, può liberare quantità molto basse di IPA nell'aria dei centri sportivi (vedi [Scheda informativa Erba sintetica](#)). Le immissioni nell'aria esterna nel loro insieme determinano l'assunzione quotidiana di circa 20 ng di benzo(a)pirene al giorno per via aerea, una quantità relativamente modesta in confronto agli altri fattori (EFSA, 2008).

Infine gli IPA possono penetrare attraverso la pelle tramite il contatto con prodotti contenenti polveri di questi composti, con legno impregnato di olio di catrame, con la gomma delle impugnature di utensili o di alcune scarpe. Le quantità di IPA assorbite per via cutanea non sono ancora state stabilite, ma sono considerate basse rispetto all'esposizione per via orale.

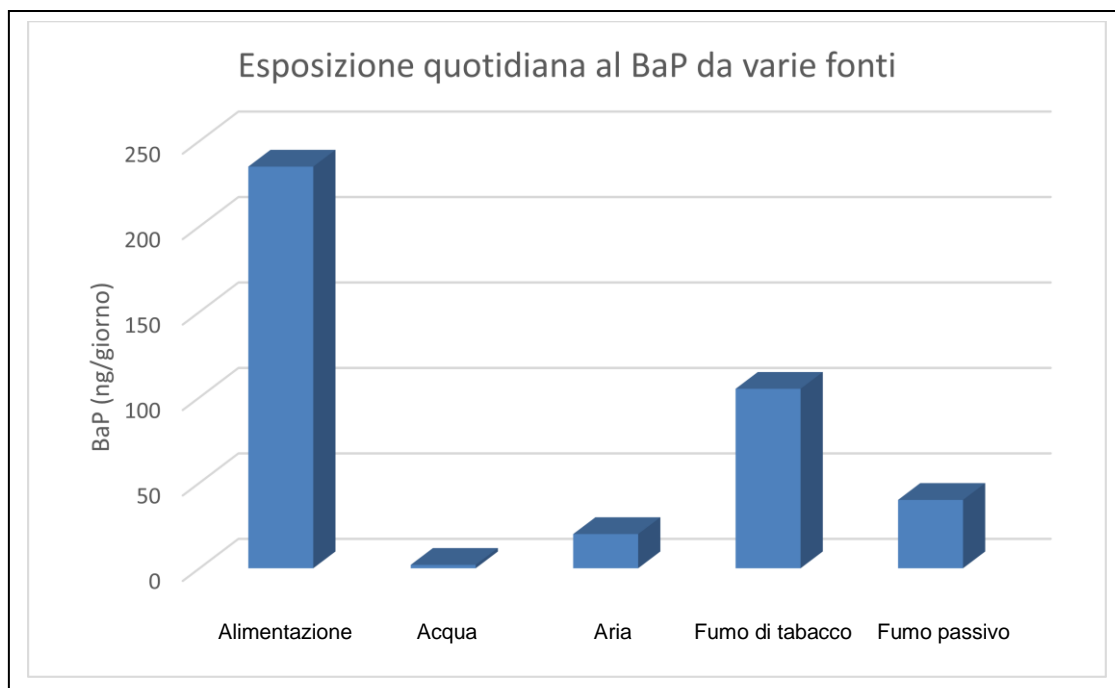


Figura 2: Assunzione quotidiana media di benzo(a)pirene (BaP) da varie fonti (EFSA 2008)

Identificazione e classificazione

Gli IPA sono presenti nell'ambiente sotto forma di miscele complesse contenenti oltre un centinaio di differenti composti. A causa di questa estrema varietà in genere è possibile identificare analiticamente solo alcune molecole. Negli anni 1980 l'Agenzia federale statunitense dell'ambiente (EPA) ha incluso sedici IPA nell'elenco dei principali inquinanti ambientali. Quest'elenco fa parte del «Clean water act», che mira a disciplinare l'immissione di agenti inquinanti da parte delle industrie nelle acque nazionali e a definire gli standard qualitativi per le acque superficiali ([priority pollutants](#) - v. tabella 1).

In generale vengono analizzati unicamente i sedici idrocarburi policiclici aromatici dell'elenco EPA o gli otto IPA disciplinati in Europa e in Svizzera. Talvolta ci si limita a misurare solo il benzo(a)pirene (BaP) poiché si riscontra sempre in proporzioni relativamente costanti, attorno al 10 per cento, nelle miscele contenenti IPA. Perciò, dal tenore di BaP si può risalire alla concentrazione complessiva della miscela. Secondo l'EFSA però il benzo(a)pirene da solo non costituisce un valido indicatore della quantità di IPA cancerogeni assunti con l'alimentazione. La misura più attendibile è la quantificazione congiunta di quattro o otto IPA. A seconda dell'obiettivo, possono essere determinati analiticamente anche altri sottogruppi di IPA.

La IARC (International Agency for Research on Cancer) ha classificato sedici IPA come cancerogeni dimostrati, probabili o possibili per l'essere umano (IARC, 2010; tabella 1). Vi sono indizi di mutagenicità o cancerogenicità anche per altri IPA, tuttavia non sufficienti per soddisfare completamente i criteri di cancerogenicità per l'essere umano.

L'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) considera otto IPA cancerogeni per l'essere umano quando vengono assunti con gli alimenti (EFSA, 2008; tabella 1).

Nell'allegato VI del regolamento CLP (regolamento (CE) n. 1272/2008; tabella 1) attualmente figurano otto IPA classificati come cancerogeni di categoria 1B e un IPA cancerogeno di categoria 2. Di conseguenza, conformemente all'allegato XVII del regolamento REACH (regolamento [CE] n. 1907/2006), le sostanze e i preparati contenenti questi composti devono essere contrassegnati come cancerogeni. Nel caso in cui la concentrazione di uno di questi IPA dovesse superare il valore limite, gli oggetti e prodotti che lo contengono non possono

essere venduti al pubblico (vedere paragrafo successivo con i relativi disciplinamenti legali vigenti in Svizzera e i relativi valori limite e indicativi).

Tabella 1: Principali IPA e loro classificazione secondo diversi criteri

IPA	Numero CAS	Cancerogeno per l'essere umano (IARC, 2016)	Principali inquinanti secondo l'EPA (USA)	PAH8, indicatori di presenza di IPA cancerogeni negli alimenti (EFSA, 2008)	Classificazione armonizzata secondo l'allegato VI del regolamento (CE) n. 1272/2008	Cancerogenicità secondo la banca dati dell'inventario C&L (autoclassificazione) dell'ECHA
Benzo(a)pirene	50-32-8	1	X	X	X (carc.1B)	
Dibenzo(a,h)antracene	53-70-3	2A	X	X	X (carc.1B)	
Benzo(a)antracene	56-55-3	2B	X	X	X (carc.1B)	
Benzo(b)fluorantene	205-99-2	2B	X	X	X (carc.1B)	
Benzo(j)fluorantene	205-82-3	2B			X (carc.1B)	
Benzo(k)fluorantene	207-08-9	2B	X	X	X (carc.1B)	
Benzo(e)pirene	192-97-2	3			X (carc.1B)	
Crisene	218-01-9	2B	X	X	X (carc.1B)	
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	193-39-5	2B	X	X		carc. 2
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	3	X	X		non cancerogeno
Ciclopenta(c,d)pirene	27208-37-3	2A				non elencato
Dibenzo(a,l)pirene	191-30-0	2A				carc. 1B
Dibenzo(a,i)pirene	189-55-9	2B				carc. 2 (23 notifiche) o carc.1B (4) o non classificato (3)
5-metilcrisene	3697-24-3	2B				carc. 2 (23 notifiche) o carc.1B (7) o non classificato (3)
Dibenzo(a,h)pirene	189-64-0	2B				carc.1B (11 notifiche) o carc. 2 (1) o non classificato (3)
Naftalina	91-20-3	2B	X		X (carc. 2)	
Benzo(j)aceantrilene	202-33-5	2B				non elencato
Benzo(c)fenantrene	195-19-7	2B				non cancerogeno (26 notifiche) o carc. 2 (7)
Antracene	120-12-7	3	X			non cancerogeno (373 notifiche), carc. 2 (1)
Acenaftene	83-32-9	3	X			non cancerogeno
Fluorantene	206-44-0	3	X			non cancerogeno
Fluorene	86-73-7	3	X			non cancerogeno
Fenantrene	85-01-8	3	X			non cancerogeno (442 notifiche), carc. 2 (2)
Pirene	129-00-0	3	X			non cancerogeno
Acenaftilene	208-96-8	-	X			non cancerogeno

Classificazione dell'IARC:

Gruppo 1: cancerogenicità dimostrata
 Gruppo 2A: cancerogenicità probabile
 Gruppo 2B: cancerogenicità possibile
 Gruppo 3: non classificabile come cancerogeno per l'essere umano (possibile ma dati insufficienti)

Classificazione dell'ECHA e svizzera (secondo il regolamento CLP):

carc. 1A: sostanze di cui sono noti effetti cancerogeni per l'essere umano
 carc. 1B: sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'essere umano
 carc. 2: sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'essere umano

Svizzera: chiare prescrizioni legali

Data la loro tossicità, la produzione e diffusione degli IPA è limitata da varie ordinanze federali, tra cui queste:

- **Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim; RS 814.81)**
 - L'allegato 2.9, capitolo 2 Divieti, lettere d ed e vieta l'immissione sul mercato e l'impiego di oli diluenti per la fabbricazione di pneumatici o di componenti di pneumatici se questi oli contengono oltre 1 mg di benzo[a]pirene per kg o complessivamente oltre 10 mg per kg dei seguenti IPA:
 - benzo[a]pirene (n. CAS 50-32-8)
 - benzo[e]pirene (n. CAS 192-97-2)
 - benzo[a]antracene (n. CAS 56-55-3)
 - crisene (n. CAS 218-01-9)
 - benzo[b]fluorantene (n. CAS 205-99-2)
 - benzo[i]fluorantene (n. CAS 205-82-3)
 - benzo[k]fluorantene (n. CAS 207-08-9)
 - dibenz[a,h]antracene (n. CAS 53-70-3)
 - L'allegato 2.9, capitolo 2 Divieti, lettera e^{bis} vieta l'immissione sul mercato di oggetti composti interamente o parzialmente di materie plastiche contenenti oltre 1 mg di un IPA del precedente elenco per kg di materia plastica se gli oggetti sono destinati al grande pubblico e, nell'impiego normale o ragionevolmente prevedibile di un oggetto, un suo componente contenente un IPA entra in contatto direttamente, per un periodo prolungato o per ripetuti periodi brevi, con la pelle o con la cavità orale delle persone. Ciò vale in particolare per:
 - attrezzature sportive come biciclette, mazze da golf, racchette;
 - elettrodomestici, carrelli provvisti di ruote, girelli e deambulatori;
 - utensili per uso privato;
 - abbigliamento, scarpe, guanti e abbigliamento sportivo, nonché
 - orologi da polso, bracciali, maschere, fasce per la fronte;
 - L'ORRPChim definisce anche i valori indicativi e limite per i prodotti per la protezione del legno, il compost e il digestato e i preparati contenenti catrame.
- **L'ordinanza del DFI concernente la sicurezza dei giocattoli (OSC; RS 817.023.11)** fissa un limite di 0,5 mg/kg per la concentrazione di IPA nei giocattoli.
- **L'ordinanza del DFI del 16 dicembre 2016 sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD; RS 817.022.11)**, che prescrive per l'acqua potabile un valore massimo di 0,01 µg/l per il benzo(a)pirene nonché 0,1 µg/l per la somma di benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(ghi)perilene e indeno (1,2,3-cd)pirene.
- L'allegato 6 dell'**ordinanza del DFI sui tenori massimi di contaminanti (ordinanza sui contaminanti, OCont; 817.022.15)** disciplina il benzo(a)pirene nonché la somma di benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e crisene in diverse derrate alimentari.
- **L'ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc; RS 814.201)** disciplina la concentrazione di IPA nelle acque sotterranee previste per l'uso come acqua potabile.
- **L'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAI; RS 814.318.142.1)** prescrive limiti per le emissioni di sostanze cancerogene della classe 1 come il benzo(a)pirene.

- Nell'**ordinanza contro il deterioramento del suolo (O suolo; RS 814.12)** sono fissati i valori indicativi, di guardia e risanamento per IPA e benzo(a)pirene in terreni, superfici coltivabili, giardini, orti e aree di gioco per bambini.

Conclusione

Le nostre prescrizioni legali consentono di limitare efficacemente a un livello residuale le concentrazioni di IPA in alcuni prodotti di consumo, negli alimenti e nell'ambiente in modo tale da rendere il rischio insignificante.

Le persone con abitudini alimentari normali possono contare su un ampio margine di sicurezza (MoE, Margin of Exposure) tra le dosi di IPA che assumono con il cibo e quelle rivelatesi cancerogene sugli animali di laboratorio, per cui, nel quadro di un consumo normale, si può escludere un rischio per la salute da parte degli IPA alimentari. Tuttavia, le persone che consumano grandi quantità di alimenti affumicati o grigliati possono raggiungere il livello critico di esposizione. L'assunzione di IPA con l'acqua potabile è insignificante e non costituisce alcun rischio per la salute.

I fattori che aumentano in misura significativa le concentrazioni di IPA nell'aria sono in primo luogo il fumo di tabacco e in secondo luogo i gas di scarico. Esiste del resto una correlazione epidemica accertata tra queste due fonti e la frequenza di alcune malattie tumorali. Per contro, l'esposizione agli IPA causata dall'abrasione degli pneumatici, dalle guaine dei cavi elettrici o dalle vecchie colle al catrame per parquet è irrilevante, per cui queste fonti non costituiscono un rischio per la salute.

Prevenire è facile

La probabilità che il carico di base inevitabile di IPA nell'ambiente e negli alimenti possa rappresentare un pericolo per la salute è quasi nulla. Ognuno, con un comportamento adeguato, dovrebbe impedire un ulteriore carico di queste sostanze tossiche, cercando di esporvisi il più raramente possibile.

Link per maggiori informazioni

UFSP, 2016: Scheda informativa Erba sintetica

<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/03458/index.html?lang=it>

IARC, 2010

[Air Pollution, Part 1, Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Industrial Exposures](#)

BfR, 2010

[Krebserzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe \(PAK\) in Verbraucherprodukten sollen EU-weit reguliert werden – Risikobewertung des BfR im Rahmen eines Beschränkungsvorschlages unter REACH](#)

EFSA, 2008

[Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food \[1\] - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain](#)

Per maggiori informazioni

Ufficio federale della sanità pubblica, Unità di direzione protezione dei consumatori, Divisione prodotti chimici, bag-chem@bag.admin.ch