

MONITORAGGIO DI INQUINANTI URBANI

Luigi Campanella

Dipartimento Chimica

Università di Roma "La Sapienza"



Il monitoraggio è l'osservazione del destino di uno xenobiotico dal momento in cui si trova nell'ambiente al momento in cui agisce sull'organismo. Scopo del monitoraggio è quello di portare all'adozione di adeguati sistemi di prevenzione attraverso una valutazione continua

o periodica dell'esposizione, degli effetti ed una corretta interpretazione dei dati. Considerata a parte la sorveglianza sanitaria, esistono due tipi di monitoraggio: il monitoraggio ambientale ed il monitoraggio biologico. Scopo del monitoraggio ambientale è la valutazione dei livelli di esposizione esterna attraverso matrici ambientali, quali aria, acqua, suolo ed alimenti. Nell'ambito del monitoraggio biologico invece, i parametri oggetto delle misurazioni sono indicati con il nome di biomarker o indicatori biologici. Essi possono essere rappresentati dai composti chimici come tali, dai loro metaboliti o dagli effetti biochimici indotti dagli stessi composti chimici (o dai loro metaboliti). Le misurazioni vengono effettuate in un'ampia gamma di matrici biologiche di provenienza umana (urine, sangue, aria espirata).

La ricerca svolta ed in corso è stata rivolta a due inquinanti assai diffusi: il benzene e la formaldeide.

Nelle città europee i valori di benzene nell'aria sono compresi tra i 3 e i 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nelle città degli Stati Uniti i valori sono più bassi e compresi tra i 12 e i 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ciò è dovuto alla minore densità del traffico e, soprattutto, alla minore percentuale di benzene presente nei carburanti.

Circa il 17-19% del benzene rilevato nei centri urbani proviene dalla sua evaporazione durante le fasi di stoccaggio, trasporto, rifornimento e durante le fasi di marcia e di sosta degli autoveicoli; la restante parte risulterebbe dalle emissioni degli stessi veicoli in base all'equazione "% in peso di benzene nelle emissioni = $0,5 + 0,44\text{bx} + 0,04\text{ar}$ " dove: bx = % in peso di benzene nella benzina e ar = % in peso degli altri composti aromatici nella benzina che, durante il processo di combustione, possono essere convertiti in benzene.

Le concentrazioni di cancerogeni aromatici, quali appunto il benzene ed analoghi, hanno avuto un incremento nell'atmosfera delle città come conseguenza della sostituzione delle benzine contenenti piombo con le benzine verdi che hanno nella loro composizione un alto livello di tali composti per il raggiungimento del numero d'ottano (Tab. 1); inoltre dipendono fortemente dall'efficienza dei catalizzatori utilizzati negli autoveicoli che a loro volta dipendono non solo dal grado di usura ma anche dalle condizioni di marcia.

Tab. 1

Classe del composto	Percentuale (%)
<i>n</i> -paraffine	15
<i>iso</i> -paraffine	30
cicloparaffine	12
aromatici	35
olefine	8
Composti ossigenati	tracce

La ricerca svolta è stata da un lato finalizzata alla messa a punto di un metodo rapido basato su un biosensore a cellule di *Pseudomonas* per determinare il benzene nell'atmosfera urbana e, dall'altro, alla correlazione fra i valori misurati e quelli determinati in organi bersaglio umani capaci di accumulare il

benzene stesso; in tal modo vengono ad integrarsi e a supportarsi vicendevolmente i dati rilevati con i due tipi di monitoraggio. Per quanto riguarda il primo punto le caratteristiche del biosensore misurate in campo sono riportate in Tab. 2.

Tab. 2

Principali dati analitici per la determinazione del benzene in atmosfera mediante un biosensore a cellule di *Pseudomonas Putida* MST

Intervallo di linearità (mg/m ³)	0,003-1
Equazione della retta (y in ΔppmO ₂ , x in mg/m ³)	y = 26,1x + 1,5
Coefficiente di correlazione	0,957
Limite di rivelabilità (mg/m ³)	0,001
Precisione sulla risposta (RSD%)	3-10

I valori medi ottenuti durante la campagna di misura (primavera 2000), sono riportati in Tab. 3.

Tab. 3

Località	mg/m ³
Roma Centro	30-44
Roma Eur	16-21
Roma Nord	18-22
Torvaianica	5-8

Per quanto riguarda il secondo punto sono stati analizzati i seguenti tessuti: epatico, adiposo, muscolare, polmonare, intestinale, testicolare, renale, vescicale, ureterale e pelvico. I primi sei contenevano quantità medie pari rispettivamente a: 1,59 µg/g; 2,52 µg/g; 4,25 µg/g; 0,49 µg/g; 0,39 µg/g; 2,44 µg/g (µg/g indicano i µg di benzene presenti in un grammo di tessuto). Nei rimanenti tre (vescicale, ureterale e pelvico) non è stato invece rilevato alcun contenuto di benzene ai livelli di rivelabilità del metodo adottato. I dati del tessuto renale sono risultati i più significativi: 0,99 µg/g di benzene su persone sane e 2,40 µg/g e 1,43 µg/g, rispettivamente nel tessuto renale canceroso e sano (per tessuto canceroso e sano si vuole intendere rispettivamente la zona cancerosa e sana dell'organo colpito da tumore) di persone operate o decedute per tumore.

Nella stessa direzione, arrivare cioè alla realizzazione di un biosensore per il monitoraggio, ci si sta muovendo per quanto riguarda un altro pericoloso inquinante, attivo anche "indoor", sul quale di recente si sono concentrati l'attenzione e l'interesse, la formaldeide. La formaldeide attualmente viene usata per le



colle, per i prodotti a base di legno, quali truciolati, e per quelli utilizzati per la coibentazione di muri e soffitti; è presente anche nelle tende, nella carta da parati e nella moquette, deriva anche da combustioni incomplete e quindi componente di fumi (da sigaretta, stufe...). Viene anche usata come conservante in alcuni prodotti quali cosmetici, sapone, shampoo, dentifricio, vernici e per il trattamento di alcuni tessuti. La formaldeide è quindi un tipico inquinante di ambienti domestici o comunque chiusi che esplica la sua azione tossica (prodotto corrosivo e sensibilizzante) sia per inalazione che per contatto. Agisce in modo subdolo: si libera rapidamente nell'aria all'inizio,

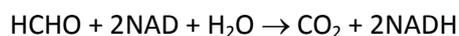
poi molto lentamente e, poiché ha un tempo di dimezzamento di sei anni, persiste a lungo nell'ambiente. Il tasso di emissione aumenta con il calore e con l'umidità.

È un composto classificato come probabile cancerogeno per l'uomo, è risultato positivo in diversi test di mutagenesi nonché inibitore di crescita algale già a concentrazione di 0,3-0,5mg/L; possibili organi

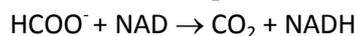
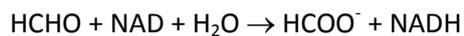
bersaglio sono il sistema nervoso centrale ed il sangue. È chiaro che il suo monitoraggio si rende necessario a tutela sia della salute umana che dell'ambiente.

La formaldeide può essere determinata con differenti metodi: adsorbimento su solido e determinazione cromatografica desorbendo, adsorbimento chimico su solido ricoperto e desorbimento con H_2SO_4 concentrato con determinazione colorimetrica o fluorimetrica.

Il biosensore al quale si sta lavorando utilizza la formaldeide deidrogenasi con trasduttore potenziometrico a diffusione gassosa. La reazione complessiva è la seguente e richiede la presenza di un cofattore (NAD):



che si sviluppa in due stadi:



L'anidride carbonica prodotta viene misurata con elettrodo potenziometrico a diffusione gassosa e quantitativamente correlata all'aldeide formica.