

La tossicità dell'ossido d'idrogeno liquido

Mettendo ordine tra le mie carte mi sono capitati tra le mani alcuni fogli fotocopiati. Credo risalgano ad una decina di anni fa e non ricordo chi me li fece avere. Trattano un problema di inquietante attualità: la tossicità dell'ossido d'idrogeno liquido. Purtroppo mi manca la prima pagina che sicuramente conteneva il titolo e l'autore. Ho subito passato allo scanner questo interessantissimo testo e credo di non far torto a nessuno se lo pubblico qui. Spero anche che lo sconosciuto autore si faccia vivo consentendoci di approfondire ulteriormente alcuni aspetti di un problema di importanza ecologica fondamentale.

Buona lettura (e non perdetevi la bibliografia!)

Sommario

Introduzione

Degradabilità

Tossicità cutanea

Tossicità per inserimento

Trasporto di sostanze tossiche

Conclusioni

Bibliografia essenziale

Introduzione

Una delle caratteristiche salienti della moderna civiltà industriale è indubbiamente la disponibilità sempre più facile, ampia e diffusa del composto chimico che porta il nome di ossido d'idrogeno.

Dai tradizionali usi prevalenti nei secoli passati (alimentazione umana, irrigazione di campi o, in maniera molto più limitata, pulizia del corpo in miscela con oleato di sodio) si è oggi passati, come ampiamente riportato in letteratura [1] a impieghi dell'ossido di idrogeno, in notevoli quantità e nei settori industriali più disparati.

A puro titolo d'esempio, ne indicheremo qui alcuni tra i più importanti. Per limitarsi alla sola fase liquida, ossido di idrogeno è usato nel lavaggio di tessuti e pavimenti, come fluido diatermico, come elemento decorativo (fontane), come solvente chimico, come reagente (reazioni di idratazione), per la generazione di corrente elettrica (centrali idroelettriche) per l'allevamento animale (trote), e così via. Tracce di ossido di idrogeno in fase aeriforme sono state perfino

identificate in fumi di combustione notoriamente nocivi come il fumo di sigarette e gli scarichi di auto.

Dobbiamo purtroppo rimarcare che, a fronte di questa ampia diffusione, gli studi sulla tossicità di questo composto non abbiano avuto lo sviluppo che sarebbe stato auspicabile. Basterà, come esempio di questa incomprensibile situazione, il fatto, da noi personalmente constatato, che nelle maggiori enciclopedie chimiche la voce "Ossido d'idrogeno" non sia neppure riportata.

Una lodevole eccezione è rappresentata da [2] al quale dobbiamo la nostra gratitudine per averci svelato, sia pure in modo largamente incompleto, l'esistenza del problema.

Degradabilità

Anche ad un primo superficiale esame, il dato più allarmante del problema dello smaltimento dell'ossido di idrogeno è la sua unanimemente riconosciuta bassissima degradabilità.

Questa resistenza alla degradazione spiega probabilmente la sua ampia diffusione in natura: ossido di idrogeno è stato individuato perfino nei pressi del Polo Nord come presente in quantità anche maggiore di un altro composto chimico la cui difficile degradabilità è già considerata con preoccupazione, il dicloro-difenil-tricloroetano (DDT). La decomposizione termica dell'ossido di idrogeno nei suoi componenti (H_2 ed O_2) avviene in maniera significativa solo al di sopra dei 5'000 °C, una temperatura evidentemente non raggiungibile dagli inceneritori urbani: come paragone, ricordiamo che un altro composto assai stabile, la 2-3-7-8-tetraclorodiossina ha una temperatura di decomposizione termica che non supera 1'400 °C.

Di conseguenza, non meraviglia che, almeno secondo alcuni ricercatori, l'ossido di idrogeno sia generato, analogamente alla diossina, da precursori durante processo di combustione *nell'inceneritore stesso!*

La decomposizione dell'idrossido di idrogeno è invece possibile con il metodo elettrolitico, oggi peraltro quasi universalmente in disuso dato il dispendio energetico che questo metodo comporta.

Un terzo metodo, la lenta decomposizione dell'ossido di idrogeno a bassa temperatura ad opera della luce solare (su particolari catalizzatori a base di complessi di rodio) è stato descritto in letteratura ed è attivamente studiato attualmente anche nel nostro Paese: non risulta però che essa abbia finora avuto applicazioni industriali. E' comunque opportuno sottolineare che entrambi i prodotti di decomposizione dell'ossido di idrogeno sono potenzialmente pericolosi: l' H_2 perché facilmente infiammabile, l' O_2 perché in grado di

incrementare pericolosamente la velocità di combustione di sostanze infiammabili.

Tossicità cutanea

Nella maggior parte del mondo (ad eccezione di alcune regioni interne del Sahara) è uso comune di una notevole percentuale della popolazione di immergersi completamente in ossido di idrogeno liquido: il fenomeno è più evidente nella stagione estiva [3]. Questa pericolosa e discutibile abitudine può essere, come è stato fatto notare, causa di sintomi spiacevoli, quali brividi, mutismo ostinato ("ossido d'idrogeno in bocca") e, soprattutto, uno sgradevole senso di soffocamento. Tale patologia, nei casi estremi e in soggetti particolarmente predisposti può, in taluni casi, portare perfino al decesso [4].

Per quantificare il fenomeno, Dipper e Drowner hanno sperimentato [5] la tossicità cutanea del composto in esame.

Alcuni animali sono stati fatti cadere, da un'altezza standard (20 cm) all'interno di un recipiente contenente ossido d'idrogeno in quantità crescente. In tabella 1 è stato riportato il livello di ossido di idrogeno che si è rilevato letale per il 50% dei soggetti (LD_{50})

Tabella 1

Tutti gli animali sono stati fatti cadere da un'altezza standard di 20 cm in livelli crescenti di ossido di idrogeno *liquido*.

Animale	LD_{50} (altezza in cm)
Topo	6
Porcellino d'India	10
Gatto	38,6
Gatto (in sacco con mattone)	16,5
Giraffa	402,2
Pesce (<i>Carassius auratus</i>)	Nessun effetto osservato
Passero	La rilevazione non è stata possibile

Nota: per estrapolazione, l' LD_{50} per la specie umana risulta essere di 1,687 m; poiché la prudenza in questi casi consiglia di moltiplicare il valore per

1'000, il livello massimo ammesso per l'uomo dovrebbe essere di 1,7 mm. Oltre questo limite dovrebbe essere vietata l'immersione in ossido d'idrogeno.

Dall'esame della tabella è interessante notare che, stranamente, proprio la specie ittica che parecchie leggi antinquinamento (in particolare in Italia la 650/1979, la cosiddetta legge Merli) impongono come quella da usare per la determinazione dei LD₅₀ e cioè il *Carassius auratus*, si è rilevata particolarmente resistente all'ossido di idrogeno. In un caso (passero) non è stato possibile rilevare alcun dato.

Gli stessi autori hanno avanzato l'ipotesi che la letalità nei soggetti non sopravvissuti sia strettamente legata a difficoltà di respirazione. Si è anche potuto stabilire [6] che gli animali sopravvissuti all'esperimento avevano probabilmente acquistato la capacità di mantenersi alla superficie del liquido con opportuni movimenti.

Anche specie batteriche hanno dimostrato una notevole mancanza di resistenza all'ossido di idrogeno purché molto puro e concentrato; la presenza di sostanze organiche modifica però completamente questa caratteristica del composto. Al contrario, infatti, l'ossido d'idrogeno liquido impuro sembra essere un elemento indispensabile alla riproduzione di molte specie batteriche altamente patogene [7]. Si ritiene che la diffusione di epidemie di gravi malattie, come il colera, sia facilitata dalla presenza di ossido d'idrogeno impuro nelle zone colpite.

È infine da rilevare come la presenza di ossido d'idrogeno sia stata dimostrata [8] perfino all'interno di cellule cancerose.

Tutto quanto sopra detto renderebbe invece, secondo noi, altamente auspicabile per lo meno una ricerca finalizzata sullo stato di salute di alcune categorie di lavoratori potenzialmente soggetti per ragioni professionali a prolungata esposizione ad ossido d'idrogeno (bagnini, pompieri, lavandaie, pescatori, idraulici ecc.).

A questo proposito è già stato notato che abitanti di Regioni Italiane ad elevata concentrazione di ossido d'idrogeno nell'aria (es. Lombardia) presentano un'incidenza di raffreddori e altri malanni alle vie respiratorie superiore alla media nazionale. Un fatto che dà da pensare.

Tossicità per ingerimento

L'ossido di idrogeno è elencato tra le sostanze alimentari GRAS (Generally Regarded As Safe). Ciò nonostante, è stata fatta notare da molti Autori la tendenza del composto all'accumulo nei tessuti adiposi. Alcuni autori sostengono che questo possa, nel lungo periodo, causare danni anche gravi

all'organismo, quale aumento di peso e, perdurando questo, affaticamento del muscolo cardiaco. Il pericolo è accentuato dalla mancanza di sapore ed odore che ne rende difficile la percezione durante l'ingerimento.

La pericolosità è avvalorata da [9]. Cavie nella cui dieta era stata inserita una quantità di ossido d'idrogeno pari al 10% del peso corporeo hanno dimostrato, oltre ai disturbi predetti, anche l'accentuarsi di una anomala diuresi; tale effetto è stato d'altronde confermato anche su soggetti umani da rilevazioni effettuate nei comuni di Fiuggi (Fr), Bormio (So) e Boario (Bs).

Polmoni, cuore e reni non sono però i soli organi colpiti: l'ingerimento di ossido d'idrogeno a temperature inferiori a 10°C può provocare anche disturbi digestivi, specie su soggetti accaldati. Occorre aggiungere che pretese virtù terapeutiche di un particolare tipo di ossido di idrogeno presente nel Sud della Francia (Lourdes) non sono mai state scientificamente dimostrate. Al contrario, l'impossibilità di formare nel composto fori permanenti (i cosiddetti "buchi nell'ossido di idrogeno") è causa di gravi frustrazioni in soggetti dal carattere depresso. Alcuni individui particolarmente emotivi si perdono addirittura in quantità ridotte, non superiori ad un bicchiere.

Trasporto di sostanze tossiche

Molte accuse di pericolosità sono state avanzate in merito alla capacità di trasporto di materiale sedimentario da parte di ossido di idrogeno liquido [10] [11]. Inoltre, è nota la grande capacità solvente dell'ossido di idrogeno liquefatto verso una gran parte delle sostanze chimiche conosciute. Sono in particolare riconosciuti come solubili in ossido d'idrogeno alcuni composti di pericolosità ben nota: cianuro di potassio, anidride arseniosa e molti altri. Perfino un potente cariogeno, come il saccarosio, e un elevatore della pressione arteriosa, come il cloruro di sodio, sono facilmente solubilizzati dall'ossido di idrogeno già a temperatura ambiente. La potenziale pericolosità legata a questo grande potere solvente è stata d'altronde implicitamente confermata dalla già citata legge 650/1979 che nella sua "Tabella A" considera addirittura l'ossido di idrogeno come naturale solvente di tutti gli inquinanti elencati.

Conclusioni

Queste nostre note vogliono essere solo uno studio preliminare alla pericolosità dell'ossido di idrogeno, particolarmente in fase liquida. Contiamo che altri ricercatori ci seguano nella via da noi tracciata, e proseguano nello studio degli effetti tossicologici causati dall'esposizione prolungata al composto anche in fase solida e in fase vapore.

Nell'attesa, riteniamo che non sarebbe ingiustificata una sospensione cautelativa, da parte delle Autorità, della commercializzazione e dell'uso di ossido d'idrogeno. Questo, in attesa di nuovi e più sicuri dati tossicologici, e della messa a punto di un composto alternativo dalle caratteristiche ecologiche più rassicuranti.

Bibliografia

(1) Risible, AH AH: "A new Toxicologic Manace: Hydrogen Oxide", *Pseudoscience Review* 38, 212-221, 1979.

(2) *Household and Personal Products* - June 1982 - vedi anche *Chem tech* - July 1983 pag. OBC.

(3) Pastori, E. "La stagione balneare avanza" *Il gommone* - Giugno 1985, pag. 2020 Edizioni Stammer, Segrate (MI).

(4) Swimmer, BS. Drown CLP "Instances of Death due to Intake of liquid Hydrogen Oxide into the Lungs - A Statistical Evaluation". *Bulletin for Statistica/ Obfuscation*. 1979,7, 206194.

(5) Dipper, A., Drowner B. "A Study on Various Matters" - *International Journal of Trivial Research* 86, 206-215, 1978.

(6) Pinne, O. "Imparare a nuotare in 10 facili lezioni" Ediz. Pesci - Genova 1983.

(7) Funny, O., Sex, S, "The Exciting Sexual Behavior of Bacteria" - Olympia Press - New York, 1981.

(8) Joker, J. "Speakind of This and That" - *Annals of Irrilevant Researches* - 263, 19061918, 1973.

(9) Whatmeworry, K. "Toxicology of 2000 of Innocous Substances" Cap. XIII - Ediz. Heavens, New York 1980.

(10) Smith, B. "Back o' water Blues" Ediz. Ricordi

(11) Noè, Bibbia, Cap. I (Genesi)