



Disinfezione con ozono delle aree soggette a SARS

Kenneth K. K. LAM

B.Sc. (Hons), M. Phil.

Enviro Labs Limited, 611 Hong Leong Plaza, 33 Lok Yip Road, Fanling, HONG KONG

e-mail: ell@envirolabs.com.hk, Tel.: 2676 2983, Fax: 2676 2860

Perché abbiamo bisogno della disinfezione dell'aria?

Lo scoppio della SARS in tutto il mondo nel marzo 2003 ha aumentato la consapevolezza delle persone sulla trasmissione di malattie respiratorie nell'ambiente interno. Le prove (1) mostrano che la SARS potrebbe sopravvivere sulle goccioline respiratorie per diversi giorni e che le persone che respirano aria contenente queste goccioline saranno ad alto rischio di contrarre le malattie. Pertanto, è necessario un metodo di disinfezione dell'aria affidabile ed efficiente per decontaminare queste aree ad alto rischio.

Tecnologie per la disinfezione dell'aria

Il metodo più comune di disinfezione dell'aria utilizza la radiazione ultravioletta (UV). Le radiazioni UV (UV-C) uccidono batteri e virus danneggiando il DNA / RNA delle cellule dei microrganismi. Tuttavia, le radiazioni UV possono disinfettare l'aria vicino alle lampade poiché la luce UV ha una capacità di penetrazione limitata. In caso di ambiente contaminato da SARS, la sola disinfezione UV non è adeguata per fornire un ambiente privo di virus per noi.

Un altro metodo di purificazione dell'aria noto è quello di utilizzare il filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air). Il filtro HEPA può catturare particelle di dimensioni fino a 0,3 micron, quindi i batteri con dimensioni superiori a 0,3 micron potrebbero essere intrappolati nel filtro. Sebbene i filtri HEPA siano efficaci nel ridurre i batteri presenti nell'aria, non è efficace rimuovere virus di dimensioni nanometriche (10⁻⁹ m). Inoltre, per poter essere pulita, l'aria deve passare attraverso il filtro. Quindi i filtri HEPA possono solo pulire l'aria che si trova a breve distanza dall'unità HEPA. Questi inconvenienti rendono i filtri HEPA un candidato insoddisfacente per la disinfezione delle aree contaminate dalla SARS.

I disinfettanti chimici potrebbero anche essere usati per la disinfezione dell'aria, di solito mediante vaporizzazione o spruzzatura. Tuttavia, questi disinfettanti chimici sono generalmente difficili da decomporre, lasciando residui chimici tossici che sono pericolosi per la salute umana.

L'ozono è un noto ossidante potente che potrebbe uccidere efficacemente i microrganismi. Le applicazioni dell'ozono nei trattamenti delle acque e delle acque reflue sono ben documentate ed è ampiamente utilizzato dalla maggior parte delle città moderne. Sebbene gli studi sull'utilizzo dell'ozono per disinfettare l'aria siano relativamente limitati, i risultati sperimentali (2,3) indicano che l'ozono potrebbe anche essere un efficace disinfettante dell'aria come nell'acqua. Ad esempio, Kowalski et al (2) hanno studiato gli effetti battericidi di alte concentrazioni di ozono su *E. coli* e *S. aureus* e hanno concluso che dopo entrambe le specie è stato raggiunto un tasso di mortalità superiore al 99,99% per entrambe le specie dopo l'ozonizzazione.

Oltre al forte potere ossidante dell'ozono, le proprietà dell'ozono lo aiutano anche a essere un disinfettante aereo ideale. Contrariamente alle radiazioni UV e al filtro HEPA, l'ozono è un gas che potrebbe penetrare in ogni angolo della stanza, quindi potrebbe disinfettare efficacemente l'intera stanza. Poiché l'ozono è

instabile, viene prontamente convertito in ossigeno, senza lasciare ozono residuo nocivo dopo la disinfezione.

Sebbene l'ozono abbia successo come disinfettante aereo in esperimenti di laboratorio (1), è necessario approfondirne ulteriormente l'efficacia nella situazione reale. In questo articolo sarà valutata e discussa l'efficacia dell'ozono nella disinfezione di una sala conferenze.

Capacità di disinfezione dell'ozono

L'ozono (O₃) è un gas instabile comprendente tre atomi di ossigeno. È instabile perché il gas si degrada rapidamente al suo stato stabile, ossigeno diatomico (O₂) con la formazione di atomi di ossigeno libero o radicali liberi. Gli atomi di ossigeno liberi o i radicali sono altamente reattivi e ossidano quasi tutto (compresi virus, batteri, composti organici e inorganici) nei contatti, rendendo l'ozono un disinfettante e ossidante estremamente potente.

In effetti, l'ozono è un ossidante molto più forte di altri comuni disinfettanti come cloro e ipoclorito. L'uso di cloro o ipoclorito in molti paesi è stato significativamente ridotto a causa della possibilità di formazione di sottoprodotti cancerogeni come i trialometani (THM) durante il processo di disinfezione. Al contrario, la disinfezione con ozono non produce residui dannosi e tutto l'ozono residuo verrà riconvertito in ossigeno in breve tempo. L'ozono è quindi considerato un disinfettante ecologico.

Data la sua forza ed efficacia superiori come ossidante e biocida, l'ozono diventa una delle tecnologie di trattamento delle acque dominanti in Europa e in America. Ma la sua applicazione nella disinfezione dell'aria non è così popolare come l'acqua a causa della preoccupazione per la tossicità dell'ozono. L'ozono con concentrazione superiore a 1 ppm ha effetti negativi sulla salute umana e l'uso dell'ozono per la disinfezione dell'aria non è generalmente raccomandato se le persone sono in giro. Pertanto, la disinfezione dell'aria mediante ozono deve essere limitata alla sola stanza non occupata.

Procedura per la disinfezione dell'aria mediante ozono

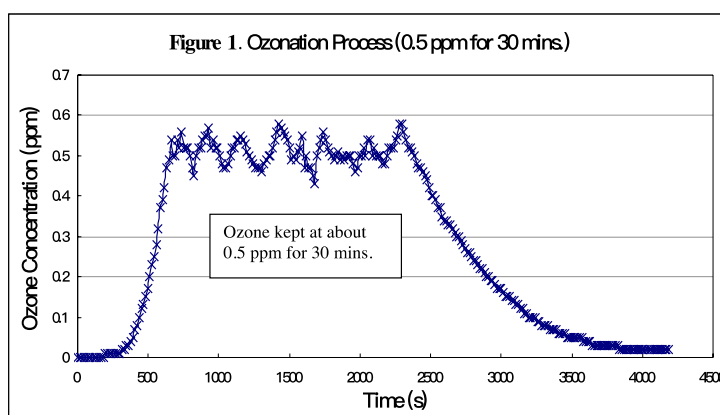
Al fine di testare l'efficacia dell'ozono nella riduzione dei batteri presenti nell'aria, è stata selezionata una sala conferenze con un'area di circa 12 m². Poiché è richiesto un livello elevato di ozono per uccidere virus, batteri e spore, il processo di disinfezione è stato effettuato quando gli esseri umani, gli animali e le piante sono stati evacuati.

Dipende dalle dimensioni della stanza, è stato scelto un generatore di ozono (ozonazione PIE) con uscita 2g / h. La capacità del generatore di ozono scelto ha la capacità di mantenere all'interno un'alta concentrazione di ozono (0,5 - 5 ppm). Il ventilatore di circolazione è stato posizionato nella stanza per garantire una buona distribuzione dell'ozono. Dopo aver chiuso tutte le finestre e le porte, il generatore di ozono è stato acceso da un dispositivo remoto situato all'esterno per iniziare il processo di ozonizzazione. La concentrazione di ozono è stata monitorata utilizzando un sensore digitale di ozono (Ecosensor). Sono stati testati diversi livelli di ozono (0,5, 2,5 e 5 ppm) per determinare il valore ottimale per uccidere quanti più microrganismi possibile. Dopo aver spento il generatore di ozono, il livello di ozono ha iniziato a calare mentre si stava auto-decomponendo in ossigeno.

Per motivi di sicurezza, nessuna persona dovrebbe entrare nella stanza fino a quando il livello di ozono residuo è inferiore a 0,02 ppm. In generale, la concentrazione di ozono scende al di sotto di 0,02 ppm in

un'ora dopo l'ozonizzazione, quindi le persone dovrebbero attendere almeno un'ora (dopo aver spento il generatore) prima di entrare nella stanza "ozonizzata".

La **Figura 1** mostra una curva tipica (concentrazione vs. tempo) durante il processo di ozonizzazione. Come mostrato nella figura, la concentrazione di ozono aumenta molto lentamente nel periodo iniziale (i primi minuti). Il ritardo nell'accumulo della concentrazione di ozono è probabilmente dovuto al consumo di ozono per inquinanti ossidanti (inclusi batteri e virus) nel periodo iniziale. Dopo aver ossidato i principali inquinanti, la concentrazione di ozono all'interno della stanza aumenta rapidamente fino al livello desiderato. Per garantire la disinfezione dell'intera stanza, è stato mantenuto un alto livello di ozono per 30 minuti. Quando il generatore di ozono era spento, la concentrazione di ozono diminuiva gradualmente mentre l'ozono si convertiva in ossigeno.



Efficacia dell'ozono sulla riduzione dei batteri presenti nell'aria

Il totale dei batteri presenti nell'aria nella sala conferenze è stato misurato prima e dopo ogni ozonizzazione. La misurazione è stata eseguita utilizzando un campionatore Andersen N-6 a stadio singolo con Tryptone Soya Agar (Oxoid) in capsula di Petri. Sono stati prelevati 283 litri di aria per ciascun campionamento. La capsula di Petri è stata incubata a 35 ° C per 48 ore prima del conteggio. L'efficienza di disinfezione dell'ozonizzazione a diversa concentrazione è stata tabulata nella **Tabella 1**.

Table 1. Reduction of Airborne Bacteria after Ozonation

Ozone conc.	0.5 ppm	2.5 ppm	5 ppm
Before Ozonation	592 CFU/m ³	612 CFU/m ³	552 CFU/m ³
After Ozonation	169 CFU/m ³	42 CFU/m ³	57 CFU/m ³
Reduction %	71.5%	93.1%	89.6%

I risultati mostrano che l'ozono è efficace nel ridurre i batteri presenti nell'aria. A un livello di ozono più elevato, l'effetto igienizzante è aumentato. Oltre il 90% dei batteri presenti nell'aria potrebbe essere ridotto a una concentrazione di 2,5 ppm. L'ulteriore aumento della concentrazione di ozono a 5 ppm non è vantaggioso nella percentuale di riduzione dei batteri.

A differenza degli esperimenti di laboratorio condotti da Kowalski et al (1) che potrebbero rimuovere il 99,99% dei batteri presenti nell'aria dopo l'ozonizzazione, la migliore percentuale di riduzione nel nostro caso era solo del 93% circa. Non è stato possibile ottenere un'alta percentuale di rimozione perché la sala conferenze non è stata sigillata al 100%. Le porte dovrebbero essere aperte brevemente durante ogni campionamento dell'aria (per posizionare una nuova parabola di agar sul campionatore) e lo scambio d'aria dall'esterno era inevitabile.

Per motivi di sicurezza, è necessario evitare l'ozono ad alta concentrazione eccessiva e selezionare la concentrazione più bassa di ozono che potrebbe uccidere la maggior parte dei microrganismi come ottimale. Dipende dal livello di contaminazione, il livello di ozono 0,5 - 2,5 ppm è adeguato per la disinfezione dell'aria.

Conclusione

Dati sperimentali mostrano che l'ozono è efficace nel ridurre i batteri presenti nell'aria della stanza non occupata. Oltre il 90% dei batteri presenti nell'aria potrebbe essere ridotto dopo l'ozonizzazione. Poiché i virus sono generalmente più sensibili all'ozono rispetto ai batteri, si potrebbe supporre che tutti i virus vengano uccisi se viene rimossa una grande percentuale di batteri presenti nell'aria. L'ozono è un gas che ha una buona capacità di penetrazione e un potente potere ossidante, quindi la sua efficienza di disinfezione è superiore alle radiazioni UV e al filtro HEPA. Poiché la disinfezione con ozono viene condotta solo in una stanza non occupata e tutto l'ozono residuo verrà decomposto dopo il trattamento, la tossicità dell'ozono per l'uomo non è quindi un problema. Dati i vantaggi di un forte potere ossidante, buona capacità di penetrazione e assenza di residui nocivi dopo il trattamento, si consiglia di utilizzare l'ozono nella disinfezione di ambienti contaminati da SARS.