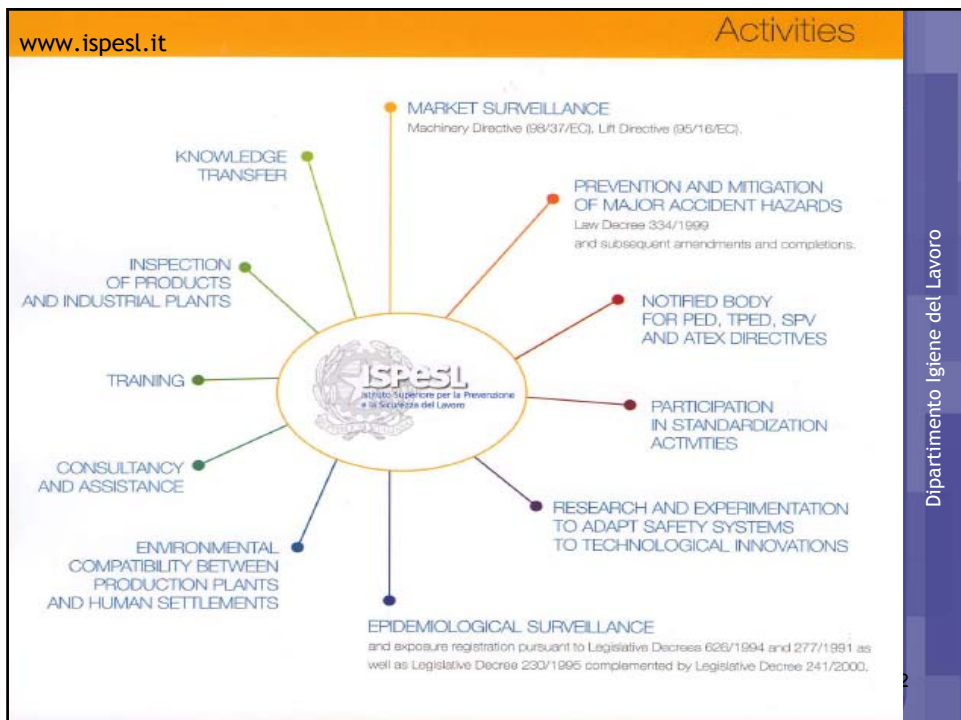


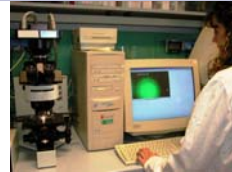


“Studio sulla reale efficacia di emettitori UV-C nella prevenzione e controllo della contaminazione microbiologica negli impianti di trattamento aria”

Antonella Mansi

2° AIISA NADCA ANNUAL MEETING
Bologna, 17-20 Febbraio 2010





Ricerca nel settore del rilevamento, valutazione e controllo della contaminazione microbiologica indoor

Sviluppo e validazione di metodologie di rilevamento e valutazione degli agenti biologici.

Consulenza: Monitoraggi microbiologici ambientali in matrici ambientali (aria, acqua, polvere) di agenti patogeni (Legionella spp., Asp.fumigatus, allergeni, etc)

Attività di proposta normativa mediante partecipazione a Gruppi di Lavoro nazionali ed internazionali per l'elaborazione di norme tecniche e linee guida.

Didattica e Formazione in materia di rischio biologico per il personale del SSN, di Enti pubblici e privati.

Riferimenti Normativi

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n.81.

"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

DECRETO LEGISLATIVO 106/2009

"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Titolo X Art. 267

Agente biologico: qualsiasi microrganismo anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni.

MALATTIE INFETTIVE

EFFETTI TOSSICI

ALLERGIE

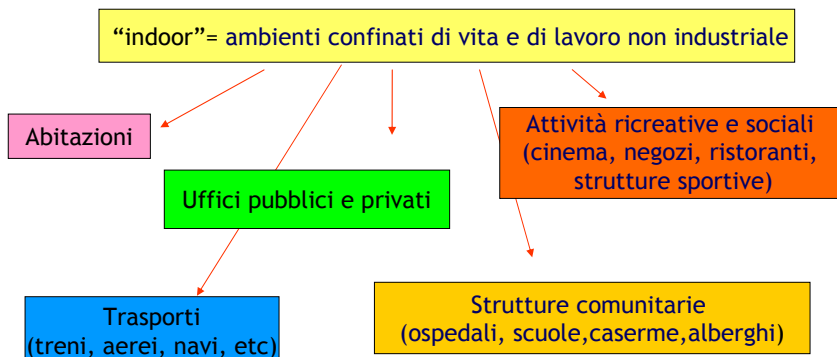
Titolo X Art. 268

Classificazione degli Agenti Biologici

Allegato XLVI

Elenco degli Agenti Biologici

“Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”
Supp.ordinario G.U. Serie generale n. 276 del 27 Novembre 2001

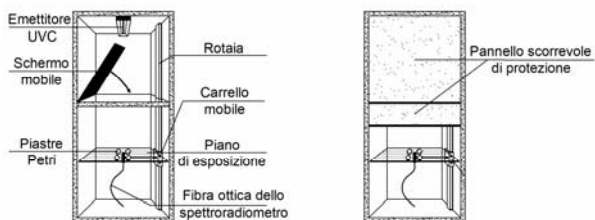


Prima parte dello studio: Obiettivi

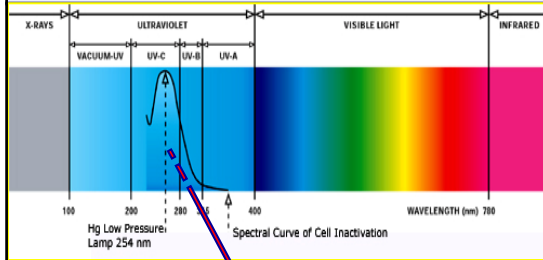
Caratterizzazione della potenza spettrale di un emettitore UV-C (Sterile-Aire Inc).

Valutazione dell'efficacia germicida su spore di *Aspergillus fumigatus* and *Aspergillus flavus* in funzione della dose ultravioletta assorbita

Determinazione della DL_{90} di ciascun microrganismo corrispondente alla dose di irradiazione richiesta per inattivare il 90% dei microrganismi esposti.



Suscettibilità microbica agli UV-C



La suscettibilità dei microrganismi agli UV-C dipende (Ko G. *et al.* 2002):

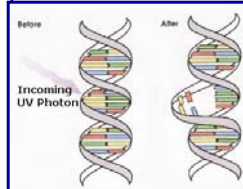
- capacità di riparazione dei danni strutturali
- complessità della struttura microbica (presenza o assenza di parete cellulare)

Dati sperimentali sull'inattivazione di microrganismi ad opera di emettitori UV-C $\lambda = 254 \text{ nm}$



Emettitori UV-C a vapori di mercurio bassa pressione

$\lambda = 265 \text{ nm}$
massima attività germicida



Virus mancano di parete cellulare pertanto sono più facilmente inattivati

Cellule vegetative hanno una sensibilità intermedia

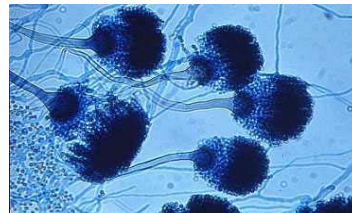
Spore fungine e batteriche presentano maggiore resistenza agli UV-C

Materiali e Metodi



✧ Reference ATCC strains

Aspergillus fumigatus KM 8001
Aspergillus flavus ATCC 10124



✧ Preparazione delle spore

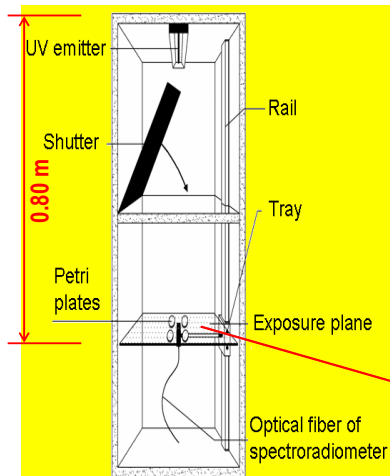
Malt Extract Agar (MEA) a 25 °C per 5-7 giorni. Sospensione con concentrazione nota inoculata in triplo su piastre di MEA.

Il numero di Unità Formanti Colonie (UFC) sviluppatasi su ciascuna piastra veniva contato ed i risultati espressi in UFC / piastra.

✧ Esposizione UV-C

Le piastre contenenti le spore venivano esposte ai raggi ultravioletti in una camera appositamente progettata all'interno della quale sono state effettuate misure della irradianza spettrale dell'emettitore UV in corrispondenza della esatta posizione in cui venivano collocate le piastre di coltura.

Materiali e Metodi



UV-C emitter (model DE double-ended 0.42 m length) by STERILE-AIRE Inc.

Misure di irradianza spettrale (Spettroradiometro Ocean Optics model QE 65000)

$$\text{Irradiance}_{0,8\text{ m}} = 1\text{ W/m}^2$$

Concentrazione di ozono nella camera esposizione (Thermo Environmental Instrument 49C Analyzer).



Figure 1 – Scheme of exposure chamber

Misura dei parametri di temperatura ed umidità relativa nel corso degli esperimenti (Velocalc Plus model 8360-M-GB by TSI Inc.)

Materiali e Metodi



Esposizione UV-C

Le piastre venivano mantenute alla stessa distanza dalla sorgente ultravioletta (80 cm) al fine di mantenere costante l'irradianza variando la dose assorbita in funzione del solo tempo di esposizione.

Le spore venivano irradiate per tempi diversi (da 1 fino a 25 minuti).

Dopo l'esposizione, le piastre venivano incubate fino alla crescita delle colonie.

Le unità formanti colonia su ciascuna piastra venivano espresso in UFC/piastra. Controllo negativo = piastre inoculate con la stessa concentrazione di spore poste nella camera di esposizione con emettitore UV spento.

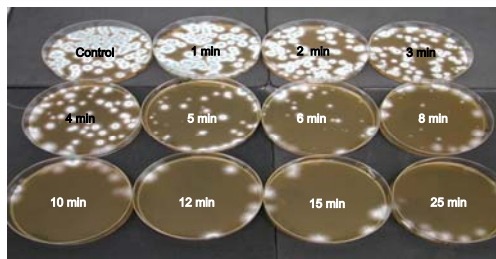


Figure 2. Colony Forming Units for plate (CFU/plate) in unexposed plates (controls) and in plates at different exposure times (from 1 to 25 minutes).

UV-C dose

$$\text{UVC dose (J m}^{-2}\text{)} = \text{Irradianza (W m}^{-2}\text{)} \times \text{tempo esposizione (sec)}$$

Risultati



Aspergillus fumigatus

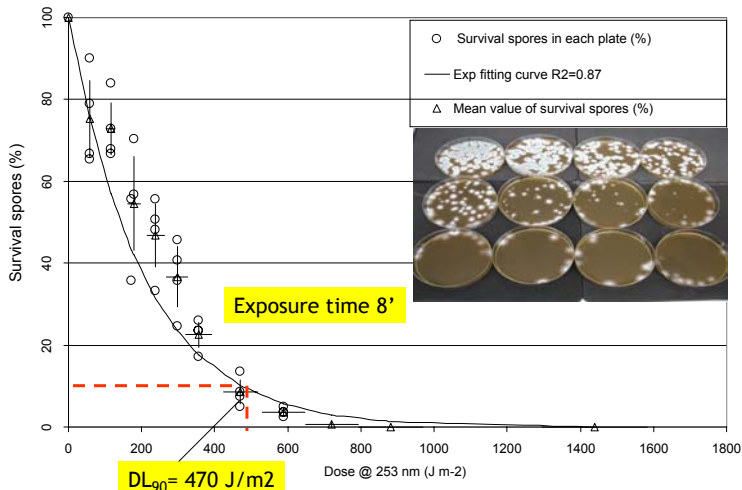


Figure 3. Percentuale di sopravvivenza delle spore in funzione della dose UV (Error bar corresponding to % for the dose and $\pm s$ for the mean values of survival spores.)

11

Risultati



Aspergillus flavus

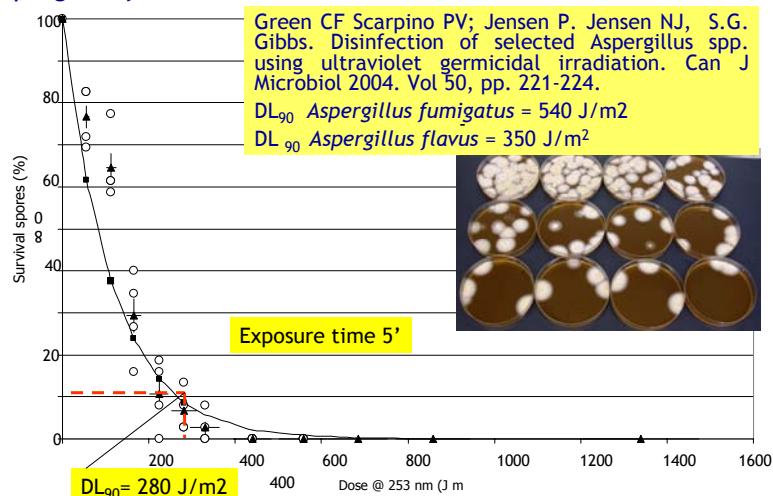


Figure 4. Percentuale di sopravvivenza delle spore in funzione della dose UV (Error bar corresponding to % for the dose and $\pm s$ for the mean values of survival spores.)

12

Conclusioni (prima parte dello studio)



I dati dimostrano un'efficace inattivazione biologica da parte dell'emettitore UV-C sulle spore saggiate che è funzione dei diversi tempi di esposizione.

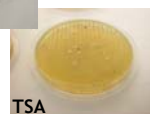
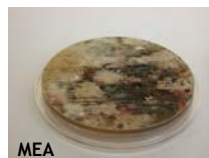
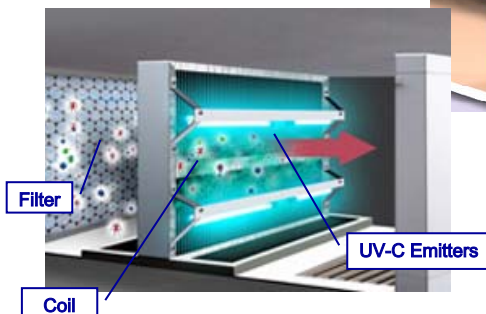
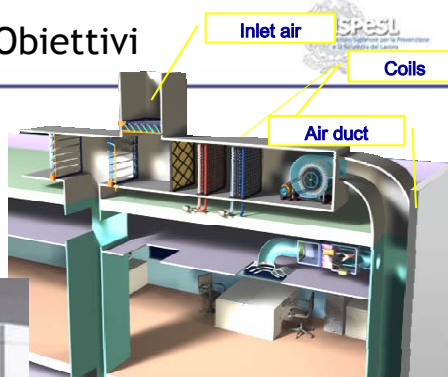
In assenza di specifiche norme tecniche, è stato messo a punto un protocollo sperimentale per valutare l'efficacia di inattivazione biologica di emettitori UV-C.

L'uso sempre più diffuso di tali dispositivi sia in ambienti a contaminazione microbiologica controllata (industrie, ospedali, *cleanroom*, etc.) che all'interno dei sistemi impiantistici richiede la disponibilità di procedure standardizzate che consentano di valutare e confrontare l'efficacia di inattivazione biologica dei diversi modelli di emettitori disponibili in commercio. ISO TC 142 WG 2 "UVC Devices"

Le informazioni ottenute da questo studio saranno utilizzate per svolgere altri tests su microrganismi di particolare interesse in ambito indoor

Attuale fase di studio: Obiettivi

Valutare il *modus operandi* degli emettitori in una condizione reale di funzionamento all'interno di UTA. Determinare l'efficacia di tali dispositivi nel mantenere pulite le superfici...



...in particolare quelle degli scambiatori termici e vasche raccolta condensa, dove polvere ed umidità promuovono lo sviluppo di biofilm

Materiali e Metodi

-UVC emettitori installati a valle di scambiatori termici di nove UTA.

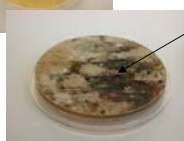
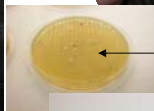
-Quattro UTA oggetto di studio



UV-C emettitori accesi soltanto in due delle quattro UTA (#1 and #3), mentre nelle altre due (#2 and #7) venivano spenti.

15

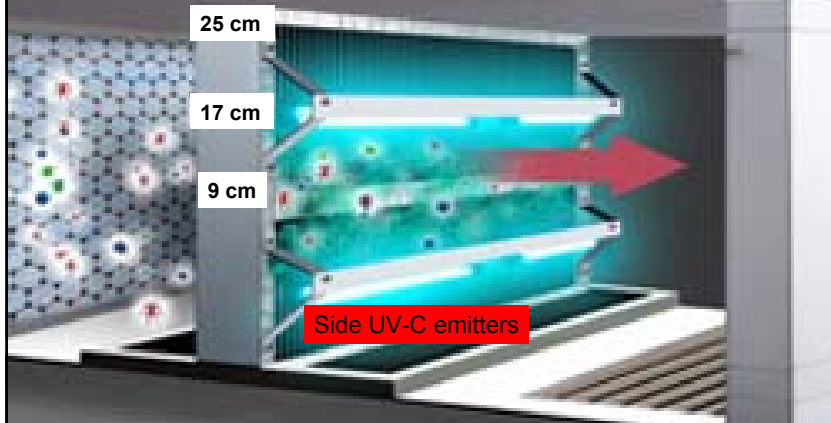
Individuazione di punti di prelievo rappresentativi per le analisi microbiologiche.



16

Materiali e metodi

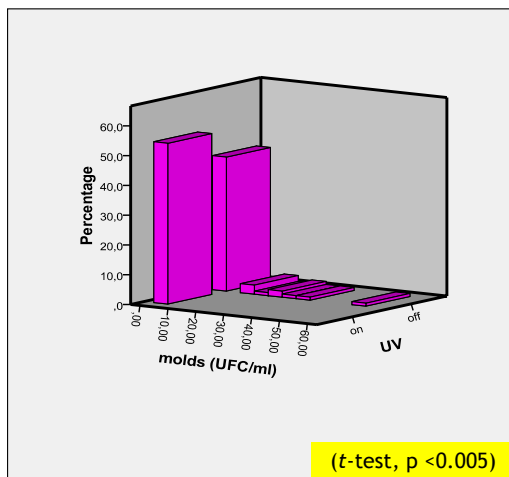
Side filter



Sono stati raccolti diversi campioni di polvere all'interno delle batterie (a diversa profondità: 25, 17, 9 cm) e sono state confrontate le concentrazioni fungine in UTA con UV spenti o accesi.

17

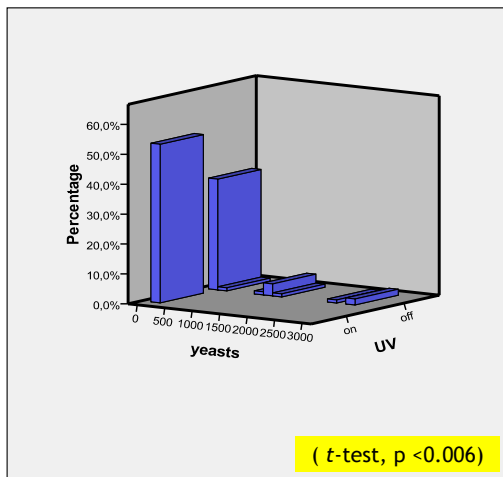
Risultati: analisi quantitativa



Median value= 1,9474
Dev. standard= 6,85025
N=108

Figure 8. Concentrazione delle muffe (UFC/ml) isolate dai campioni di polvere prelevati nelle UTA con UV accesi o spenti.

18



Median value= 153,61
Dev.standard= 469,74
N=100

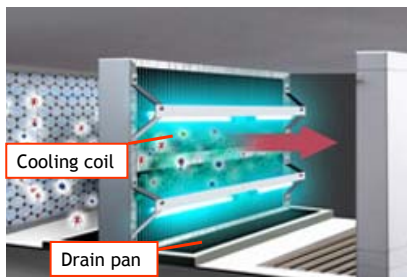
(t-test, p <0.006)

Figure 9. Concentrazione dei lieviti (UFC/ml) isolati dai campioni di polvere prelevati nelle UTA con UV accesi o spenti.

Discussione

I risultati preliminari dimostrano che la radiazione ultravioletta non agisce solo sulla superficie delle batteria, ma anche all'interno di questa. Gli UV ostacolano la crescita microbica e quindi la formazione di biofilm

L'aria in entrata nell'UTA attraversa la batteria incontrando superfici pulite (superfici interne ed esterne della batteria, vaschetta acqua condensa)



In presenza di tali dispositivi, l'aria in ingresso nell'UTA non veicola all'interno degli ambienti indoor microrganismi potenzialmente dannosi per la salute presenti sulle superfici più critiche dell'UTA (drain pan e cooling coils)

Effectiveness of Germicidal UV Radiation for Reducing Fungal Contamination within Air-Handling Units

ESTELLE LEVETIN,^{1*} RICHARD SHAUGHNESSY,² CHRISTINE A. ROGERS,^{1†} AND ROBERT SCHEIR³

Metodi

- Campionamento (Andersen sampler) dell'aria nell'UTA a valle dello scambiatore termico dopo 30 sec dallo spegnimento del motore.
- Prelievo di pezzi (60 cm²) di "fiberglass insulation" dal pavimento delle UTA "UV on" e da quelle con "UV off".

Risultati

Sono stati confrontati i valori medi delle concentrazioni fungine rilevate nell'aria e quelli presenti per unità di superficie del materiale isolante prelevato dalle UTA "UV on" e da quelle con "UV off".
In entrambi i casi, è stata ottenuta una riduzione della carica fungina nelle UTA con "UV on" (p<0.05).

21

WHO 2009 "Guidelines for indoor air quality"

Health effects associated with dampness and mold

Dick Menzies, Julia Popa, James A Hanley, Thomas Rand, Donald K Milton.
"Effect of ultraviolet germicidal lights installed in office ventilation systems on workers' health and wellbeing: double-blind multiple crossover trial".
Lancet 2003; 362: 1785-91

Metodi

- Studio svolto in un edificio adibito ad uso ufficio in assenza di problemi di salute correlati alla permanenza nell'edificio ed in assenza di contaminazione dell'HVAC dovuta a particolari agenti patogeni
- Accensione degli UV nelle UTA a periodi alterni (1 mese "UV on" e 3 mesi "UV off")
- Somministrazione di un questionario agli occupanti

Risultati

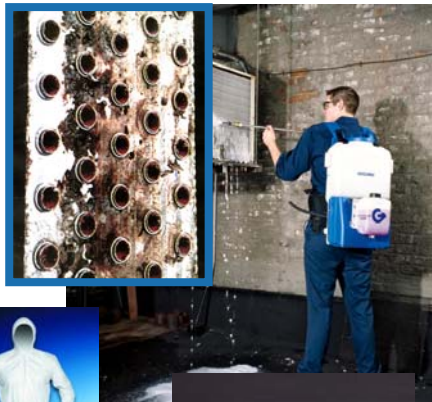
- L'irradiazione con UV delle superfici delle batterie e della vaschetta di raccolta condensa riduce la frequenza dei sintomi a carico delle basse vie respiratorie degli occupanti (30% per i fumatori e 60% per le persone che non hanno mai fumato)
- I risultati indicano che i soggetti atopici e i non fumatori sono quelli più suscettibili ad incremento dei sintomi respiratori causati dalla presenza di agenti microbici.

22

Conclusioni

I risultati preliminari indicano che tali dispositivi possono costituire una valida alternativa ai tradizionali mezzi meccanici e/o chimici di pulizia degli scambiatori e delle superfici delle UTA

Riduzione dell'esposizione ad agenti chimici e biologici per il personale addetto alla pulizia e manutenzione HVAC



Migliore qualità dell'aria immessa negli ambienti *indoor*

