

Menținerea calității aerului interior cu perdele de aer

Traducere și adaptare CBCRO • Publicat inițial în AMCA inmotion 2023

Experimentele arată că perdelele de aer sunt eficiente atât în dezinfectarea aerului clădirii, cât și în prevenirea infiltrării particulelor din aer.

De Andy Ross, [Mars Air System](#)

Acest articol a apărut în [ediția din 2023](#) a revistei AMCA inmotion.

În primăvara și vara anului 2023, fumul de la incendiile de vegetație care au scăpat de sub control în estul și vestul Canadei a acoperit orașele din America de Nord, determinând oficialii locali din domeniul sănătății să emită alerte de calitate a aerului și să încurajeze oamenii să rămână înăuntru.¹ reînnoirea interesului public pentru calitatea aerului interior (IAQ) declanșat de pandemia de coronavirus 2019 (COVID-19) cu trei ani mai devreme și determinarea proprietarilor și managerilor de clădiri să analizeze cu atenție condițiile din interiorul facilităților lor.² Având în vedere că modernizarea sau înlocuirea unui sistem de ventilație nu este întotdeauna practică sau fezabilă, sunt necesare soluții la scară mai mică pentru menținerea IAQ.

Instalate de obicei la intrările în clădiri, perdelele de aer **(Foto A)** au fost folosite de zeci de ani pentru a minimiza migrația încrucișată a aerului cald și rece de la presiunile de flotabilitate

și vânt, economisind costurile de aer condiționat și pentru a asigura separarea mediului prin respingerea prafului și murdăriei, fumului, mirosurilor și insectelor zburătoare.³ Acum, apar dovezi care sugerează că perdelele de aer pot juca un rol în menținerea IAQ.

Acest articol va discuta rezultatele a două experimente: unul al capacității unei perdele de aer echipate cu lampă ultravioletă (UV) de a dezinfecța aerul și unul al eficienței unei perdele de aer în prevenirea particulelor din aer să intre într-o clădire.

Dezinfecțarea aerului

Printr-un proces cunoscut sub numele de iradiere germicidă ultravioletă (UVGI), lumina din spectrul UV-C a fost folosită pentru a neutraliza agenții patogeni de mai bine de 100 de ani.^{4,5} În mod tradițional, UV-C a fost implementat departe de zonele cu trafic intens pentru a minimiza riscul de expunere accidentală la om. Cu toate acestea, atunci când este asociat cu o perdea de aer, UV-C poate fi implementat în siguranță în medii aglomerate.

Un pachet UV tipic pentru o perdea de aer (**foto B**) este proiectat astfel încât lumina de la bec să nu scape direct de perdeaua de aer. Ca orice lumină, UV-C pierde energie atunci când este reflectată de majoritatea suprafețelor, astfel încât lumina UV reflectată din interiorul unei perdele de aer (adesea văzută ca o "strălucire albastră") nu este o problemă de siguranță.

Pentru un plus de siguranță, pot fi instalate echipamente de control rezistente la UV și întrerupătoare care dezactivează automat o sursă de lumină dacă se deschide o perdea de aer. O liniște suplimentară poate fi obținută prin asigurarea faptului că o întreagă unitate echipată cu UV este certificată pentru a fi conformă cu codurile și standardele de siguranță naționale și/sau locale, deoarece unele perdele de aer sunt certificate doar pentru utilizare independentă.



Foto A: Perdele de aer instalate la U.S. Bank Stadium
Minneapolis. Credit: Mars Air Systems



Foto B. Perdea de aer echipată cu lămpi UV. Credit: Mars Air Systems

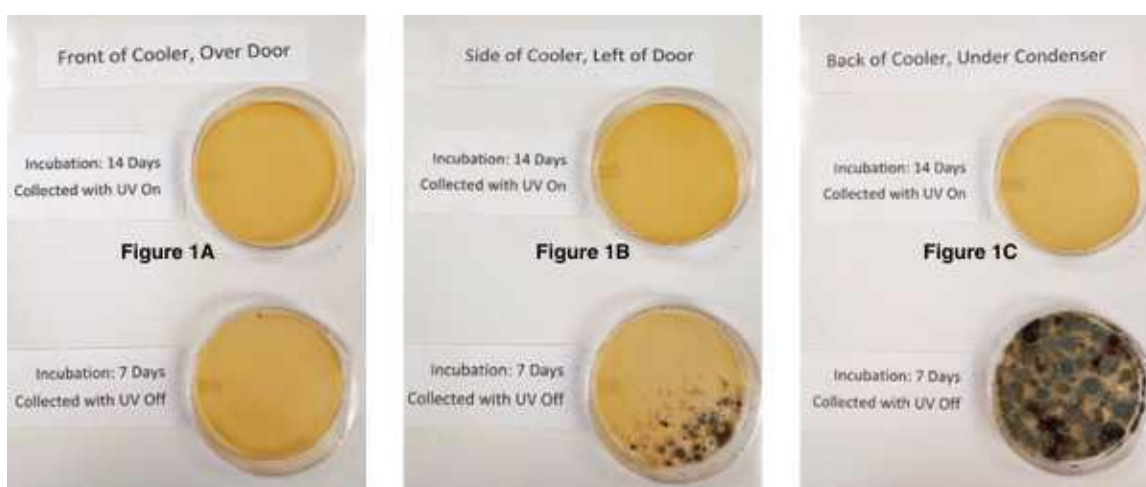


Figura 1: Exoeriment de răcire walk-in.

Experiment

Într-un test al eficacității unei perdele de aer echipate cu UV-C în condiții de teren, o unitate cu două lămpi de joasă presiune care generau lumină la o lungime de undă de 253,7 nm a fost

instalată deasupra ușii din interiorul frigiderului unei pizzerii din Los Angeles. Lămpile erau alimentate non-stop, în timp ce ventilatorul funcționa la viteză mare când ușa răcitorului era deschisă și la viteză mică când ușa răcitorului era închisă. Teoria era că, prin circulație continuă și expunerea la lămpile UV, aerul din răcitor ar fi igienizat. Mai mult, prin eradicarea agenților patogeni din aer, cum ar fi mușcăiul și bacteriile, perioada de valabilitate a produselor și a altor ingrediente perisabile ar fi prelungită.

Vasele Petri deschise au fost plasate în diferite locații din răcitor, cu perdeaua de aer funcționând așa cum este descris. De-a lungul timpului, agenții patogeni din aer s-au așezat pe vasele Petri. După șapte zile, vasele Petri au fost scoase din răcitor pentru a incuba. Un al doilea set de vase Petri a fost apoi plasat în aceleași locații ca și primul în interiorul răcitorului, cu lămpile UV din perdeaua de aer stinse. După alte șapte zile, al doilea set de vase Petri a fost scos din răcitor și lăsat să incubeze. După încă șapte zile, au fost comparate creșterile de pe cele două seturi de vase Petri (**Figura 1: Creșterea agentului patogen, experiment walk-in-cooler**).

Rezultatele

După cum era de așteptat, concentrația de agenți patogeni a variat în funcție de locația mai rece. Cel mai semnificativ, nu a existat nicio creștere detectabilă pe niciuna dintre vasele Petri care se aflau în răcitorul cu lămpile UV aprinse, chiar și cu un timp de incubație de două ori mai mare decât grupul de control.

Deși UV-C este folosit în mod tradițional pentru a dezinfecta aerul care călătorește la viteze mai mici decât cele observate în perdelele de aer,⁶ rezultatele validează eficacitatea modelului operațional "hibrid" al testului - adică lămpi UV alimentate continuu, cu ventilatorul funcționând la viteză mare când ușa este deschisă și la viteză mică când ușa este închisă. Și în timp ce a fost colectat mai mult mucegai decât orice alt tip de agent patogen (analiza ulterioară a dezvăluit cel puțin patru soiuri distincte în grupul de control), eficacitatea germicidă largă a UV-C face ca abordarea operațională să fie viabilă în medii în care circulă practic orice agent patogen din aer.

Desigur, o cameră mai mare poate necesita unități suplimentare pentru a atinge același nivel de eficiență. Cu toate acestea, rezultatele testelor indică faptul că o perdea de aer echipată cu UV poate servi ca un dispozitiv viabil de igienizare. În plus, ecranarea luminii încorporate și capacitățile de circulație a aerului înseamnă că unități suplimentare pot fi instalate oriunde este necesar - nu doar peste o ușă - într-un spațiu mai mare.

Controlul poluării

Desigur, nicio procedură de igienizare nu este perfectă: UVGI poate obține o sterilizare 100% numai dacă este operată într-o cameră sigilată, unde nu pot fi introduși noi agenți patogeni în timpul procesului de dezinfecție. Cu toate acestea, în recomandările lor pentru reluarea adunărilor sociale după închiderile legate de COVID-19 din 2020, Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor (CDC) și alte agenții de consiliere

au subliniat în mod repetat că cel mai sigur loc pentru ca oamenii să se adune pentru a reduce riscul de transfer al bolilor transmisibile este *în aer liber*⁷ – cel mai îndepărtat lucru de o cameră sigilată. În mod similar, recomandarea principală a CDC pentru îmbunătățirea ventilației clădirilor pentru a reduce riscul de boli transmisibile este creșterea cantității de aer circulat din exterior.⁸

Dar ce să faci când calitatea aerului exterior este periculoasă? În timp ce petrecerea timpului în aer liber este recunoscută ca un mijloc eficient de prevenire a răspândirii bolilor respiratorii precum COVID-19, Agenția pentru Protecția Mediului din SUA (EPA) recomandă să rămâneți în interior în zilele cu o calitate deosebit de scăzută a aerului, cum ar fi cele în care nivelurile de fum ambiental de la incendii sunt ridicate.⁹ Într-adevăr, rezultatele unui studiu Harvard din 2021 sugerează că particulele crescute din aer din fumul incendiilor au fost responsabile pentru o creștere de 11,7% a ratei de contracție a COVID-19 și o creștere de 8,4% a mortalității în trei state din vestul SUA.¹⁰ Între timp, un studiu din 2023 al Universității din Michigan demonstrează riscuri largi, inclusiv declinul cognitiv accelerat,¹¹ Poluarea cu particule din fumul incendiilor. Astfel de date implică faptul că, uneori, este prudent să păstrați aerul exterior afară. Perdelele de aer sunt cunoscute pentru capacitatea lor de a preveni pătrunderea aerului exterior în spațiile condiționate.

Experiment

A fost efectuat un studiu pentru a determina eficacitatea unei perdele de aer în prevenirea infiltrării particulelor din aer într-o clădire. Pentru a simula particulele din aer de la un incendiu, o mașină comercială de ceață a fost folosită pentru a genera o ceață ușoară de picături fine de apă în afara unei uși. În exteriorul și în interiorul ușii, au fost utilizați senzori de calitate a aerului pentru a estima concentrația (în micrograme pe metru cub [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]) de particule din aer cu diametre mai mici de 2,5 microni ($\text{PM}_{2,5}$). Ușa a fost acționată cu un deschizător automat, care, la rândul său, a fost controlat cu un cronometru programabil.

"În exteriorul" ușii, ceața generată de mașina de ceață a atins de obicei concentrații de $1.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ până la $1.500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ceea ce a servit ca un analog aproximativ la concentrațiile mai mari de $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ observate în timpul incendiilor extreme de vegetație.¹² Concentrațiile au scăzut ocazional până la $1.100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sau au ajuns până la $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ din cauza schimbării tiparelor de vânt în jurul senzorului de aer exterior; Această variație a fost contracarată prin utilizarea ventilatoarelor la ușă, aplicând o sarcină controlată a vântului ușor și asigurând un flux constant de particule în direcția mediului "interior". Testele au fost efectuate cu perdeaua de aer închisă și perdeaua de aer pornită și ușa deschisă 25% din timp și cu perdeaua de aer închisă și perdeaua de aer pornită și ușa deschisă 50% din timp.

Rezultatele

Funcționarea perdelei de aer a redus concentrația de particule în interiorul camerei (**Figura 2**). După cum era de așteptat, particulele absolute din interior au crescut odată cu timpul petrecut de ușa deschisă; Cu toate acestea, *reducerea procentuală* a particulelor din interior a părut în mare parte neafectată. Când ușa a fost deschisă 25% din timp, PM în interior_{2.5} Concentrațiile au fost reduse cu 54,0 la sută, de la un maxim de 658 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cu perdeaua de aer oprită la un maxim de 303 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cu perdeaua de aer activată. Cu ușa deschisă 50% din timp, PM în interior_{2.5} Concentrațiile au fost reduse cu 54,4 la sută, de la un maxim de 1.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cu perdeaua de aer oprită la un maxim de 458 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cu perdeaua de aer pornită.

În timp ce testarea a implicat niveluri de particule mai mari decât cele așteptate în majoritatea scenariilor din viața reală, consecvența în reducerea procentuală indică impactul pozitiv asupra sănătății al perdelelor de aer pe teren, deoarece chiar și o reducere mult mai mică (de exemplu, 20%) poate însemna un beneficiu semnificativ pentru sănătate. Având în vedere că dovezile privind efectele nocive ale particulelor din aer continuă să apară și aproape 6,7 milioane de decese în întreaga lume pe an atribuite efectelor cumulative ale poluării atmosferice,¹³ Fiecare mic lucru ajută.

Concluzie

În această perioadă de interes public crescut pentru IAQ, proprietarii și administratorii clădirilor ar face bine să ia în considerare toate opțiunile lor. Testele empirice demonstrează că o mai bună IAQ este realizabilă cu o investiție mult mai mică

decât investiția de capital. Perdelele de aer, cu capacitatea lor de a igieniza spațiile interioare (în combinație cu un pachet UV) și de a ține la distanță poluanții exteriori, sunt capabile să contribuie la IAQ în moduri în care alte echipamente HVAC auxiliare nu sunt.

Specificații de scriere rezistente la substituție

[Programul de evaluare certificată \(CRP\)](#) al AMCA International este un program terț recunoscut la nivel global care asigură nu numai că o linie de produse a fost testată și evaluată în conformitate cu standardele și cerințele AMCA, ci și că evaluările de performanță publicate sunt precise și, prin urmare, fiabile.

Pentru a vă asigura că o specificație necesită în mod clar o perdea de aer certificată AMCA, includeți declarații similare cu:

- Toate perdelele de aer trebuie să poarte sigiliul AMCA Certified Ratings Program pentru Air Performance.
- Toate unitățile cu perdea de aer trebuie să poarte sigiliul AMCA Certified Ratings Program pentru sunet și performanță aerului.
- Următorul limbaj ar trebui evitat în specificații:
- "Testat în conformitate cu": Un produs care a fost testat în conformitate cu un standard AMCA nu este neapărat un produs certificat AMCA.

- "Testat într-un laborator acreditat AMCA sau AMCA": Din nou, acest limbaj nu oferă nicio asigurare că un produs este certificat.

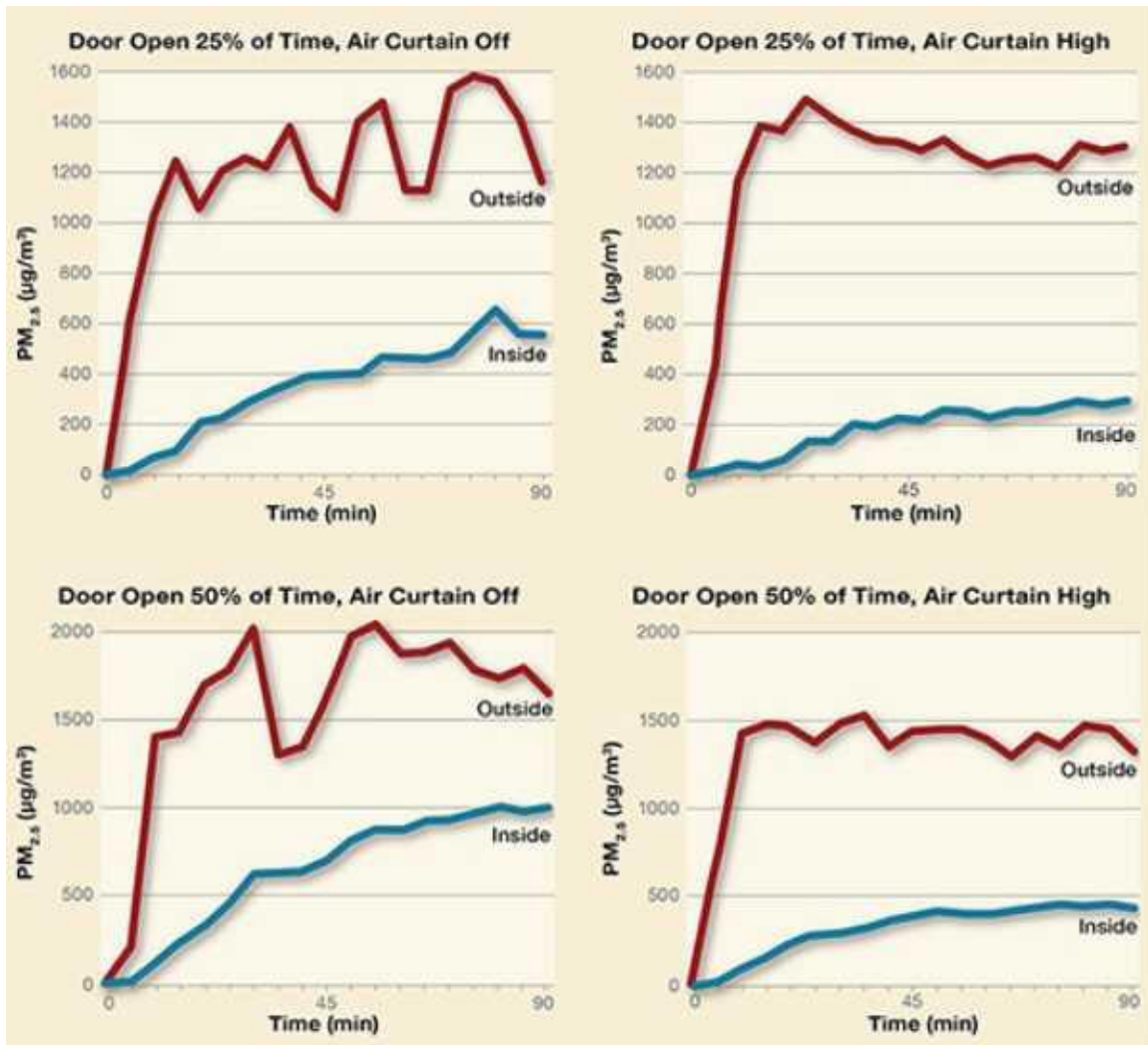


Figura 2: Nivelurile de particule, simularea incendiilor forestiere.

Referințe

1. Dickie, G. (2023, 27 iunie). *Emisiile de incendii canadiene au atins un nivel record pe măsură ce fumul ajunge în Europa*. Agenția de știri Reuters. Adus din https://bit.ly/Dickie_wildfires
2. Craig, T. (2020, 17 mai). Acum este momentul ca contractorii HVAC să vândă calitatea aerului interior. *Știri ACHR*. Adus de la https://bit.ly/Craig_ACHRNews
3. Wang, L. (2013). [Investigarea impactului perdelei de aer de la intrarea în clădire asupra consumului de energie al întregii clădiri](#). Arlington Heights, IL: Asociația Internațională de Mișcare și Control al Aerului.
4. NCIRD. (2021, 9 aprilie). *Iradierea germicidă ultravioletă (UVGI) în camera superioară*. Atlanta: Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor. Adus din https://bit.ly/CDC_UVGI
5. Reed, N.G. (2010, ianuarie-februarie). Istoria iradierii germicide ultraviolete pentru dezinfectarea aerului. *Rapoarte de sănătate publică*, 125, 15-27. Adus din https://bit.ly/Reed_UVGI
6. Jones, D. și Ivanovich, M. (2020). UV-C pentru dezinfectarea aerului HVAC și a suprafețelor. *Inmotion AMCA*, pp. 2-11. Adus din https://bit.ly/Jones_Ivanovich
7. NCIRD. (2023, 6 iulie). [Cum să te protejezi pe tine și pe ceilalți](#). Atlanta: Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor.

8. NCIRD. (2023, 12 mai). *Ventilație în clădiri*. Atlanta: Centrele pentru Controlul și Prevenirea Bolilor. Adus din https://bit.ly/CDC_Ventilation
9. EPA. (2023, 26 iulie). *Incendii și calitatea aerului interior (IAQ)*. Washington, DC: Agenția de Protecție a Mediului din SUA. Adus din https://bit.ly/Wildfires_IAQ
10. Zhou, X., et al. (2021, 13 august). Excesul de cazuri de COVID-19 și decese din cauza expunerii la particule fine în timpul incendiilor din 2020 din Statele Unite. *Știința progresează*, 7. Adus din https://bit.ly/COVID_wildfires
11. *Riscuri de poluare a aerului: Explorarea legăturilor dintre incendiile forestiere, agricultură și creșterea cazurilor de demență*. (2023, 15 august). Adus din https://bit.ly/Pollution_Dementia
12. Khemlani, A. (2023, 8 iunie). *Incendiile din Canada reînnoiesc susținerea calității aerului interior și a codurilor de construcție*. Adus de la https://bit.ly/wildfires_codes
13. CINE. (2022, 19 decembrie). *Poluarea aerului ambiental (exterior)*. Geneva, Elveția: Organizația Mondială a Sănătății. Adus de la https://bit.ly/ambient_pollution

Despre autor

Inginer mecanic senior pentru Mars Air Systems, [Andy Ross](#) este responsabil pentru dezvoltarea perdelelor de aer pentru aplicații care variază de la unități de servicii alimentare la hub-uri de

transport. În plus, el conduce eforturile de cercetare și demonstrare a modului în care perdelele de aer afectează calitatea aerului interior în acele medii.