

Uusi tehokas menetelmä biologisesti likaantuneen sisäilman, rakenteiden ja pintojen desinfektioon

Rakennuksen biologisesti likaantuneiden ja vaikeapääsyisten osien, suurien pintojen sekä sisäilman desinfiointi on perinteisin menetelmin ollut vaikeaa, epävarmaa ja hidasta. Käytetyin ja tunnetuin menetelmä on ollut kaasutus formaliinilla (formaldehydi). Formaldehydiä epäillään syöpää aiheuttavaksi aineeksi ja lisäksi se on mahdollinen allergeeni. On myös yritetty desinfioida rakennuksia hapettavalla kaasulla kuten otsonilla tai klooridioksidilla. Tulos on usein ollut pettymys, koska kaasu ei pysty tunkeutumaan huokoiseen materiaaliin kyllin tehokkaasti, varsinkaan normaalissa ilmanpaineessa. Otsoni ja klooridioksidi ovat myrkyllisiä ja niiden käyttö aiheuttaa ei-toivottuja hapettumisreaktioita, jotka puolestaan aiheuttavat välillisiä vahinkoja erityisesti elektronisille ja hienomekaanisille laitteille. Myöskään terveydellisistä syistä ja turvallisuuden kannalta ei voida hyväksyä sellaisia otsoni- ja klooridioksidipitoisuuksia, joita tarvittaisiin tehokkaaseen käsittelyyn näillä kaasuilla.

Aerosolin hienojakoisuus lisää sen tehoa

Parhaimmatkaan desinfioivat ja hajua poistavat aineet eivät ole tehokkaita, jos niitä käytetään väärin. Aineiden täytyy tavoittaa kohteensa, häviämättä matkalla sinne. Levittämismenetelmistä ns. ULV (Ultra Low Volume) on kaikkein tärkein.

Nimitystä ULV käytetään sellaisista levitysmenetelmistä, joiden avulla voidaan tasaisesti kattaa yhden hehtaarin suuruinen alue alle viidellä litralla ainetta. Tämä on mahdollista vain siinä tapauksessa, että aine saatetaan sumuksi, jossa on paljon pieniä, jokseenkin samankokoisia pisaroita.

Nimitystä "aerosoli" käytetään yleisesti ilmassa olevista pienistä nestepisaroiden koostuvista aineista. Nimitystä "hienojakoinen aerosoli" käytetään silloin kun nestepisaroiden läpimitta on alle 25 µm.

Hienojakoisissa aerosoleissa on kolme ominaisuutta, jotka ovat tärkeitä saneerattaessa "hajakuormitteita" (hajuja, tauteja aiheuttavia eliöitä jne.):

1. pisarakoko
2. pisaroiden haihtumisnopeus
3. agglomeroituminen (pisaroiden sulautuminen toisiinsa).

Pisarakoko: Yhden millilitran nestettä sisältävän pisaran pinta-ala on 5 cm². Jos tämä 1 ml:n suuruinen pisara muunnetaan hienojakoiseksi aerosoliksi, jonka keskimääräinen pisaraläpimitta on 5 µm, tulee muuntamisen tuloksena saatujen 1,9 miljardin pisaran kokonaispinta-ala 6000 cm² eli vaikutuspinta-alan lisääntymisen kerroin on 6000! Pienen pisarakoon tehokkuuteen on myös toinen syy: -äärimmäisen pienet pisarat pystyvät tunkeutumaan pieniinkin rakoihin ja koloihin. Erityisesti alle 20 µm suuriset pisarat



ULV Aerosolisumutin B & G MicroJet



ULV-aerosolisumuttimia: B & G MicroJet, Hurricane, ThermoFog ja Patriot PF

tunkeutuvat homesienien ulkopinnan läpi ja tehoavat näin paljon paremmin kuin tätä suuremmat pisarat, jotka jäävät vain homesienien pinnalle. Pienet pisarat leijailevat myös paljon kauemmin kuin suuret pisarat ja pystyvät siten leviämään ilmajärjestelmien mukana kaasun tavoin ja samalla tavoin kuin epäkohdat, joita ollaan poistamassa. Esimerkiksi 10 µm suuruiselta pisaralta kestää 17 tuntia pudota kolme metriä.

Edellä kuvattu selittää myös esim. sen miksi ihmisen aivastusmekanismi on tehokas virusten levittäjä. ”Pisara-asetta, aerosolitykkiä” käytetään nyt siis mikro-organismeja vastaan!

Haihtumis- ja agglomeroituminopeus

Jos hienojakoisen aerosolin pisarat haihtuvat ja/tai agglomeroituvat, (pienet pisarat sulautuvat suuremmiksi pisaroiksi) nopeasti lyhyessä ajassa, menetetään yllämainitut hienojakoisen aerosolin hyötytekijät. Alron on tästä syystä kehittänyt erityisesti ULV-sumutuksessa käytettäviä ”kantoaineita” ja seoksia, joissa sekä haihtuminen että agglomeraatio on tarkkaan säädelty, ja näin voidaan tuottaa tiheää, kestäväää ja hienojakoista aerosolisumua. Myös agglomeroituminopeuden säädeltävyys on tärkeää (mikä tapahtuu ohjaamalla aerosolipisaroiden sähköistä varausta), muuten ei ole mahdollista valmistaa erittäin tiheitä aerosoleja. Koska ULV-sumuttimien avulla levitettävät aerosolit ovat laadultaan tasaisia ja hienjakoisia, on mahdollista käyttää väkeviä liuoksia, jolloin ympäristöön ei leviä tarpeettomasti väliaineita (liuottimia). Myös annostelu on mahdollista tehdä tarkasti, jolloin tehokkuuden varmistamiseksi perinteisesti tehty yliannostelu on tarpeetonta.

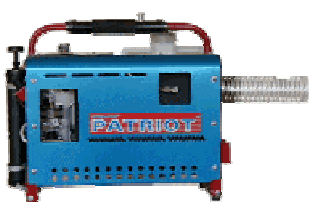
Alronin aerosolisumutusmenetelmän avulla on mahdollista käsitellä hyvin suuria tiloja vähäisellä työmäärällä ja ainemenekillä. Menetelmä sopii erityisen hyvin suurien rakennusten ja sokkeloisista, vaikeapääsyisistä pinnoista koostuvien rakennelmien kuten kattorakenteiden, ryömintätilojen, ilmastointijärjestelmien, viemäreiden, seinäonkaloiden, eristetilojen yms. käsittelyyn.

Peroksidisumutteet

Terveyden ja ympäristön kannalta suositeltavia desinfektioaineita ovat **peroksideihin** perustuvat aineet kuten **vetyperoksidi ja peretikkahappo**. Näiden aineiden hapetuskyky on riittävä, ei kuitenkaan liian voimakas tappamaan kirjaimellisesti katsoen kaikki mikrobit.



Vetyperoksidi ja muut peroksidit ovat kuitenkin sellaisinaan valitettavasti liian epävakaita ja vaarallisia, jotta niitä voitaisiin käyttää sumutuksessa. Vuoden kestäneen tutkimustyön tuloksena Alron kehitti sarjan peroksideihin, kuten vetyperoksidiin ja orgaaniseen peroksidiin perustuvia mikrobeja tappavia aineita, jotka voidaan ULV-sumutuslaitteiden avulla muuttaa tiheäksi, pitkään ilmassa leijuvaksi hienojakoiseksi aerosolisumuksi, joka on yllättävän tehokas tuhoamaan mikrobeja, mukaan lukien sienten ja bakteerien itiöt. Tuotesarjan aineet aiheuttavat hyvin vähän syöpymistä ja niistä ei jää pahalta haisevia tai ärsyttäviä jäämiä.



Kuva: Maxox PF- aerosolin sumutus Patriot PulseJet -laitteella. Kalusteita ja esineitä laitteita ei useinkaan tarvitse siirtää muualle.



Peroksidaerosoleja voidaan käyttää sisätiloissa erilaisissa olosuhteissa, jopa silloin kun ilman suhteellinen kosteus on alhainen, tai kun kalusteet ovat paikoillaan.

Aerosoli tappaa mikrobit, (ja niiden itiöt) sekä pinnoilla että ilmassa leijuvat mikrobit ja niiden itiöt. Näiden ominaisuuksiensa takia tuotteet sopivat erityisen hyvin sellaisten rakennusten ja tilojen nopeaan käsittelyyn, joihin on levinnyt terveydelle vaarallisia mikrobeja tai itiöitä.

Syy siihen, miksi hienojakoiset aerosolit ovat käyttökelpoisempia kuin kaasun muodossa olevat desinfektioaineet (esim. otsoni), on siinä, että ne voidaan levittää kohteeseen ilman kautta aerosolisumutinta käyttäen. Kun aerosoli tarttuu ilmassa leijuvaan hiukkaseen (kuolleeseen tai elävään) tai kun sitä laskeutuu koville pinnoille, niin vasta sitten aerosolin hienojakoiset pisarat, hajoavat. Nyt aine alkaakin toimia nesteen tapaan eli kapillaari-ilmion ansiosta hapetin pääsee kulkeutumaan syvälle huokoiseen materiaaliin. Esimerkiksi otsoni ei voi kaasuna käyttäytyä tällä tavalla.

Toimiva menetelmä rakennusten desinfektioon ja sterilointiin

Hajunpoistossa, rakennusten ja vaikeapääsyisten kohteiden desinfioinnissa ja steriloinnissa käytetään erityisen kantoaineen sisältävää kemikaalia, jotka levitetään Pulse Jet Fogger - eli patoputkiperiaatteella toimivalla **Patriot PF- aerosolisumuttimella**. Näistä ensimmäinen, **Penetrox-PF** on liuos, joka sisältää propyleeniglykoli-/vesiliuokseen sekoitettua orgaanista peroksidia. Tällaisen peroksidiliuoksen hapetusvoima on lähes sama kuin vetyperoksidilla ("Odox", ks. alla), mutta sen tunkeutumiskyky ja vaikutusaika ovat paremmat kuin Odoxin tai otsonin. Penetrox-PF leviää bensiinikäyttöisen, patoputkiperiaatteella toimivan **Patriot-aerosolisumuttimen** avulla sumun lailla ilmanvirtauksen mukana. Aerosolipisaroiden laskeuduttua jollekin pinnalle, Penetrox toimii nesteen lailla, eli aine pystyy kulkeutumaan syvälle huokoiseen materiaaliin kapillaarivoiman ansiosta. Otsonille, joka on kaasu, tämä ei ole mahdollista.

Penetroxin peroksidi hajottaa mikrobeja ja haisevia yhdisteitä hapettamalla.

Stabiilin koostumuksensa ansiosta Penetrox-PF toimii myös syvällä käsiteltävässä materiaalissa. Penetrox-PF hapettaa ja neutraloi homeista ja bakteereista (MVOC-yhdisteet) peräisin olevia hajuja (hajumolekyylejä). Sama hapettumisreaktio tappaa myös homeita, bakteereita ja sieniä. Hapettumisreaktion loputtua Penetrox-PF :stä on jäljellä vaaratonta alkoholia, joka häviää haihtumalla; tuuletusmenetelmistä riippuen noin 1-3 viikon kuluttua ovat Penetrox-PF ja kaikki sen reaktiotuotteet hävinneet, mikä on suuri etu terveydelliset ja ympäristöön liittyvät näkökohdat huomioiden. Tärkeä merkitys on myös sillä seikalla, että Penetrox-PF sumutus poistaa tehokkaasti myös ilmassa leijuvat homeitiöt. Penetrox-PF:n ominaisuuksien avulla voidaan tehokkaasti torjua homeenhajua rakenteissa, eristeissä ja vaikeapääsyissä tiloissa. Penetrox-PF:llä on tietyille materiaaleille lievästi valkaiseva vaikutus, mutta tuotteen käytöstä ei ole mainittavaa haittaa elektronisille ja hienomekaanisille laitteille, muoville, maalatuille pinnoille tai kumille.

Kahden peroksidin synergistinen vaikutus, Maxox PF

Maxox-PF:llä on sama ainutlaatuinen kantautumis- ja tunkeutumiskyky kuin Penetrox-PF:llä. Sen hapetusvoima on kuitenkin suurempi. Alron Chemical AB on keksinyt (ja hakenut patenttia sille), että Penetrox-PF:n **orgaaninen peroksidi yhdessä vetyperoksidin** kanssa on paljon voimakkaampi hapetusaine kuin kumpikaan näistä aineista yksinään. Näiden kahden peroksidin välillä vallitsee ns. **synerginen** vaikutus. On myös voitu todeta, että tämä tuote sopii hyvin käytettäväksi PF- aerosolisumuttimessa. Maxox-PF on ainutlaatuisen

tehokas sellaisten rakennusten ja muiden vastaavien kohteiden dekontaminoinnissa, jotka ovat altistuneet biologisesti leviävillä saastuttajille kuten esim. homesieni ja homeitiöt, bakteeri-itiöt (esimerkiksi pernaruton), salmonella, kampylobakteerit jne.

Maxox-PF levitetään hienojakoisena, tiheänä, kestäväenä ja materiaaliin hyvin tunkeutuvana sumuna **Patriot-** aerosolisumutinta käyttäen.

Maxox- menetelmä korvaa turvallisemmalla tavalla **formaliinikaasutuksen**. USA:lainen laboratorio **CUBRC**, joka on erikoistunut kehittämään ja testaamaan aineita ja menetelmiä biologisen sodankäynnin vastaiseen taisteluun, on äskettäin testannut Maxox-PF:n käyttöä.



CALSPAN-UB

Maxox-PF:n pystyy todistetuksi tappamaan tauteja aiheuttavia itiöitä ja näin ollen sitä voidaan käyttää rakennusten sterilointiin.

CUBRC:n tutkimuksen tuloksesta on suora lainaus seuraavassa kappaleessa.

Maxox-PF:n tehokkuuden testaus bakteerien itiöiden sterilointiksi (Formula 7-10-13):

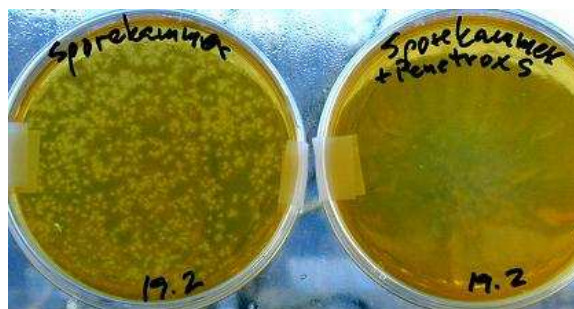
”Testien tulokset osoittavat, että Maxox-PF pystyy täydellisesti tuhoamaan sekä ilmassa leijuvat että pinnoille laskeutuneet tauteja aiheuttavat itiöt.”

”Märkä” desinfektio menetelmä vettä sisältävillä peroksidoilla

PF:n käytöstä saatujen hyvien tulosten pohjalta Alron on kehittänyt uuden peroksidipohjaisen aineen, jossa kantoaineena on **vesi**. **Penetrox-S** sisältää samaa orgaanista peroksidia kuin Penetrox-PF ja vetyperoksidia kuten jo aiemmin kehitetty **Odox**. Penetrox-S:n hapetusvoima on sama kuin Maxox-PF:n, mutta sen tunkeutumiskyky on paljon parempi ja vaikutusaika paljon pidempi kuin Odoxin. Penetrox-S:ää käytetään siellä missä näille ominaisuuksille on käyttöä kuten syväälle huokoiseen materiaaliin – betoniin, käsittelemättömän puuhun eristeisiin, silikonisaumauksiin jne. tunkeutuneen hajun hapetukseen - ns **”VOC-saneeraukseen”**.

Penetrox-S:ää voidaan levittää matala- ja keskipaineruiskuilla tai MicroJet- ULV-aerosolisumuttimella. Käyttökohteita ovat suhteellisen helppopääsyiset pinnat. Hapetusprosessin lopuksi Penetrox-S muuntuu vedeksi ja vaarattomaksi alkoholiksi.

*Kuva: vasemmanpuoleisella agarlevyllä on nähtävissä runsaasti uusia Penicillium sp. -pesäkkeitä ennen käsittelyä. Oikeanpuoleisella levyllä ei näy kasvustoa sen jälkeen, kun itiöt on käsitelty Penetrox S -sumutteella.
Foto: Finn Langvad*



Aerosolien käyttö erittäin saastuneiden pintojen puhdistuksessa

Pinta puhdistetaan ensin perinteisillä puhdistustekniikkaan perustuvilla menetelmillä. Sen jälkeen suoritetaan hapettamalla tapahtuva desinfektio vesipohjaisilla peroksidiliuoksilla. Käytävissä on kaksi eri tuotetta: sekä **Odoxia** että **Penetrox-S**:ää voidaan levittää **matalapaineruiskulla**. Ensi sijassa pyritään käyttämään Odoxia sen edullisen hinnan vuoksi. Tietyissä olosuhteissa Odoxin vaikutus on kuitenkin liian lyhytaikainen ja/tai sen tunkeutumiskyky on riittämätön.

Ihmiskehossa on luontainen peroksidien vastustuskyky

Vetyperoksidi on luonnon oma desinfiointiaine. Kehomme tuottaa vetyperoksidia pyrkiessään estämään tulehduksia ja ylläpitämään immuunipuolustustamme. Valkoiset verisolut tuottavat vetyperoksidia torjuakseen myrkyjä, loisia, bakteereita, viruksia ja hiivoja.

On selvää, että jos vetyperoksidi pystyy tappamaan mikrobeja, se pystyy myös vakavasti vahingoittamaan ihmisen omia soluja. Tämän takia kehomme onkin suojautunut neutrofiileistä vuotanutta vetyperoksidia vastaan. Suojan muodostavat katalaasientsyymit, jotka hapen ja veden muodostuessa nopeasti ja tehokkaasti hajottavat vetyperoksidia (ja myös muita peroksiedeja). Näin ollen ei ole tarpeen pelätä, että peroksidin käytöstä aiheuttaisi kroonisia terveys- tai ympäristöhaittoja. Vetyperoksidi on yksi vahvimista, monipuolisimmista ja ympäristöystävällisimmistä hapettimista, joita on olemassa. Se muistuttaa vettä sekä ulkonäöltään, kemialliselta kaavaltaan (H_2O_2) että reaktiotuotteiltaan.

Vetyperoksidin edut

Voimakas: Vetyperoksidi on yksi kaikkein voimakkaimmista hapettimista, joita on olemassa. Se on vahvempi kuin kloori, klooridioksidi tai kaliumpermanganaatti. Vetyperoksidi voidaan myös sopivan katalysaattorin avulla (hopeaionit) muuntaa hydroksyyliiradikaaleiksi (OH), jotka hapettamiskyvyssä voittaa ainoastaan fluori (ks. taulukko oikealla alhaalla).

Turvallinen: Vaikka vetyperoksidi on hapetuskyvyltään voimakas, se on kuitenkin monien organismien luonnollinen metaboliitti, joka hajottaa niiden tuottaman vetyperoksidin hapeksi ja vedeksi. Vetyperoksidia muodostuu myös auringonvalon säteillä veteen (uv-tekijä) – ympäristömme luonnollinen puhdistusjärjestelmä. Vetyperoksidin käyttöön ei liity mitään muihin hapettamisaineisiin yhdistetyistä ongelmista, kuten kaasunmuodostus tai kemialliset jäämät. Vetyperoksidi on täysin sekoitettavissa veteen, joten käyttövarmuus ja –turvallisuus riippuvat vain liuoksen väkevyydestä. Teollisesti valmistettu vetyperoksidi on voimakkaasti hapettavaa ja sen käyttö edellyttää erityisiä turvallisuus- ja käsittelyohjeita. Alronin valitsemissa liuosvahvuudessa yhdistyvät tehokkuus ja turvallisuus.

Monipuolinen: Se tosiasia, että vetyperoksidilla on näennäisesti ristiriitaisia sovelluksia, on todiste sen monipuolisuudesta. Vetyperoksidilla voidaan esimerkiksi estää mikrobikasvua (limanmuodostuminen vesijohdoissa ja kaivojen desinfiointi), mutta sen avulla voidaan myös kiihdyttää mikrobikasvua (kuten puhdistettaessa biologisesti öljyn tai kemikaalien likaamaa maaperää tai pohjavettä = hapen lisääminen mikrobiologiseen hajotusprosessiin). Samoin vetyperoksidia voidaan käyttää poistamaan sekä helposti hapettuvia epäpuhtauksia (rauta ja sulfidit) että vaikeammin poistettavia epäpuhtauksia (liuotinaaineet ja torjunta-aineet).

Selektiivinen: Vetyperoksidia voidaan käyttää niin monissa erilaisissa sovelluksissa, koska aineen tehoa voidaan käyttää hyväksi niin monella eri tavalla. Tätä tarkoittaa sen selektiivisyys. Vain yksinkertaisesti muuttamalla reaktion ehtoja (esim. pH, lämpötila, annostus, reaktioaika ja/tai katalysaattorin lisääminen) vetyperoksidilla saadaan hapetettua joku epäpuhtaus ennen toista tai saadaan sama epäpuhtaus jopa muodostamaan erilaisia hapettumistuotteita.

Yleisesti käytetty: Siitä kun vetyperoksidi kaupallistettiin 1800-luvulla, tuotanto on nyt kasvanut yli 500.000 tonniksi vuodessa eli 100 %. Vetyperoksidia ei käytetä ainoastaan desinfiointissa, steriloinnissa ja hajunpoistossa vaan myös suuressa määrin epäpuhtauksien torjunnassa, tekstiilien ja paperin valkaisussa (myös hiusten), elintarvikkeiden, mineraalien, petrokemiallisten ja kulutustuotteiden (pesuaineet) valmistuksessa.

Hapetin	Hapetuspotentiaali, V
Fluori	3.0
Hydroksyyliiradikaali	2.8
Otsoni	2.1
Vetyperoksidi	1.8
Kaliumpermanganaatti	1.7
Klooridioksidi	1.5
Kloori	1.4

Alron ja ASTQ tekevät yhteistyötä markkinoidakseen käytännön sovelluksia niistä menetelmistä ja tuotteista, joita dosentti Alvin Ronlan, Alron Chemical Ab:n perustaja, on tutkinut ja kehittänyt tälle alalle.

Lisätietoja

www.astq.fi

www.alron.se

Artikkelin lähdeaineisto:

Dosentti Alvin Ronlan, tutkimusjohtaja, Alron Chemical Co AB, Ruotsi