

Ennakoiva taistelu superbakteereita vastaan: innovaatiota ja yhteistyötä vetyperoksidihöyryä käyttävän biodekontaminaatiomenetelmän kehittämisessä

Ison-Britannian vuonna 2014 teettämässä riippumattomassa raportissa arvioitiin, että lääkeresistentit tartunnat voivat aiheuttaa 10 miljoonaa kuolemantapausta ja yli 100 miljardin dollarin kustannukset vuoteen 2050 mennessä (katso "[Antimikrobinen resistanssi: Kansakuntien terveys- ja hyvinvointikriisien taklaaminen](#)"). Lääkeresistentejä tartunnanaiheuttajia, niin sanottuja "superbakteereja" tai "superpöpöjä", ovat muun muassa MRSA (metisilliiniresistentti Staphylococcus aureus), VRE (vankomysiiniresistentti enterokokki), Clostridium difficile (C. difficile) ja Candida Auris (C. auris). Vastauksena tähän hälyttävään tilanteeseen Yhdistyneiden kansakuntien pääsihteeri perusti vuonna 2016 mikrobilääkeresistenssiä selvittävän IACG (Interagency Coordination Group) -asiantuntijaryhmän. IACG antoi YK:lle huhtikuussa 2019 raporttinsa [Ei aikaa odottaa: Tulevaisuuden turvaaminen lääkeresistenteiltä infektioilta](#).

Innovaatio ja yhteistyö

Raportissa esitetään viisi suositusta mikrobilääkeresistenssin torjuntaan, mukaan lukien "innovointi tulevaisuuden turvaamiseksi" ja "tehokas toiminta yhteistyönä". Suomessa lääkeresistenttien patogeeneiden taisteluun liittyvään innovointiin ja yhteistyöhön osallistuvat Teknologian tutkimuslaitos VTT, kannettavien vetyperoksidihöyrygeneraattorien valmistaja Cleamix sekä teollisuuden mittausjärjestelmien ja anturien valmistaja Vaisala Oyj.

Tämä innovaatiotarina alkaa siitä, kun Suomen ilmavoimat halusivat löytää tavan tuhota biotoksiineja ja sotilaskäyttöön valjastettuja mikro-organismeja. Yhdysvaltojen puolustusvoimat oli tehnyt paljon alkutyötä, jonka perusteella voitiin ajatella höyrystyneen vetyperoksidin olevan tehokas biodekontaminantti.

Ongelmana oli, että useimmat kaupallisesti saatavilla olevat

H₂O₂-höyrygeneraattorit olivat liian suuria käytettäväksi kentällä. Suomen puolustusvoimat kääntyi tiedeyhteisön puoleen löytääkseen höyrygeneraattorin, joka olisi kannettava ja edullinen ja pystyisi tuottamaan riittävän määrän vetyperoksidihöyryä.

Suomalainen laitevalmistaja Cleamix perustettiin tutkimaan ongelmaa. Se kehitti kevyen höyrygeneraattorin, joka pystyy tuottamaan riittäviä määriä höyryä vaaditulla vetyperoksidipitoisuudella. Jotta pystyttiin varmistamaan, että höyry tuhoaisi mikro-organismeja tehokkaasti, Cleamixin laitteen täytyi voida määrittää oikea H₂O₂-höyryn pitoisuus tietyllä aikavälillä. Tähän tarvittiin anturi, joka pystyy mittaamaan sekä vetyperoksidihöyryn pitoisuuden että muut kriittiset prosessiparametrit, kuten veden ja vetyperoksidihöyryn sekoituksesta saadun lämpötila- ja kosteusarvon eli suhteellisen saturaation (RS%).



"Olipa dekontaminoitava sitten ohjaamo, ambulanssi, eristystila tai leikkaussali (tai mikä tahansa alue, joka voi kontaminoitua), tarvitaan linjaan asennettavia antureita, jotka mittaavat paitsi vetyperoksidihöyryä myös suhteellista saturaatiota, koska se kertoo, milloin kondensaatio tapahtuu nykyisessä lämpötilassa. Suhteellinen saturaatio ilmaisee veden ja vetyperoksidihöyryn yhdistelmän tuottaman kosteuden tason."

*Panu Wilska
Cleamix*

Yksityinen yritys julkisen edun palveluksessa

Panu Wilska liittyi Cleamixin riveihin vuonna 2016 tuoden mukanaan yli 25 vuoden kansainvälisen kokemuksen monilta alueilta ydinfysiikasta korkean teknologian startup-yritysten johtamiseen. Hän on työskennellyt yrityksessä neuvonantajana, hallituksen jäsenenä, hallituksen puheenjohtajana ja nyt toimitusjohtajana.

Cleamix sai tietää, että Vaisala kehitti vetyperoksidihöyryanturia, joka mittaisi H₂O₂-pitoisuutta, lämpötilaa ja saturaatiopistettä. Vaikka kukin parametri – lämpötila, suhteellinen kosteus ja vetyperoksidihöyryn pitoisuus – voidaan teknisesti laskea erikseen, kullekin tarvitaan silti anturi.

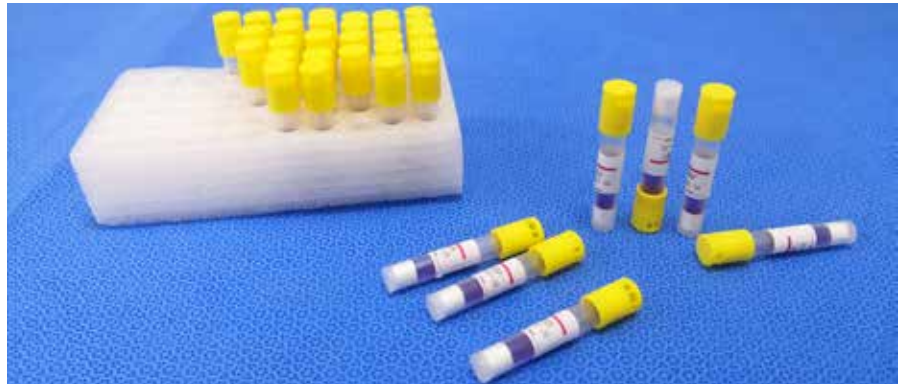
Uusien teknologioiden yhdistelmä

Vaisala kehitti PEROXCAP[®]-teknologian, ja Cleamix oli yksi ensimmäisistä tätä teknologiaa käyttäviä HPP270-mittapäitä testanneista yrityksistä. Mittapäitä voidaan käyttää yhdessä höyrygeneraattorien kanssa mittaamaan dekontaminoitavia olosuhteita, ja lisäksi ne voidaan integroida ohjaamaan höyrylähtöä prosessivaatimusten mukaisesti. Koska Vaisalan HPP-sarjan mittapäät mahdollistavat reaaliaikaisen prosessinohjauksen, generaattori voi mittapäistä saatavien tietojen avulla säätää tuotantomääriään automaattisesti, jos ympäristöolo-suhteet muuttuvat prosessin aikana.

Cleamix on myös yhdessä puolustusvoimien kanssa testannut höyrystyneen vetyperoksidin käyttöä biosidina hylätyissä sotilasrakennuksissa selvittääkseen tarvittavat höyryn vetyperoksidipitoisuudet.

Cleamix kehitti alun perin kannettavasta generaattorista kaksi mallia. Niistä suurempi painaa vain 9,5 kiloa, ja se riittää kymmenen kuutiometrin suuruisten ja sitä suurempienkin alueiden dekontaminointiin.

Suurilla alueilla voidaan käyttää useita höyrygeneraattoreita.



Tyypillisesti sijoitetaan yksi höyrystin sataa kuutiometriä kohti. Pienempi malli painaa 6 kg, ja se soveltuu 1–20 kuutiometrin alueille, kuten kaappeihin ja koteloihin, laboratoriokaappeihin sekä ajoneuvoihin, esimerkiksi ambulansseihin ja lentokoneisiin.

Riippumattomat testit Cleamixin laitteilla ovat osoittaneet höyryn tehokkuussuhteen (höyrystyvän nestemäisen vetyperoksidin määrän) olevan 80–90 prosenttia.

Tehokas biodekontaminaatio

Cleamixin generaattorit kuluttavat noin litran nestemäistä vetyperoksidia viiden ja puolen tunnin jatkuvaan käyttöön täydellä teholla. Vaihemenetelmiä käyttävät laitteet nopeuttavat höyrystymistä ilmanpaineen ylittäessä tai alittaessa normaalipaineen. Yrityksellä on nyt 26 patenttihakemusta ainutlaatuiselle teknologialleen, jonka tehokkuudelle on kolmannen osapuolen validointi.

Yhtä innovaatiota seurasi joukko muita. Kannettavuuden lisäksi Cleamixin höyrygeneraattorit voivat höyrystää nesteseoksia. Tyypillisissä käyttökohteissa tarvitaan 50-prosenttista H₂O₂-liuosta, mutta lisäämällä hiukan ammoniakkia saadaan höyryä, joka voi tuhota myös muita patogeeneja, kuten hermokaasuja. Cleamixin vetyperoksidihöyrygeneraattorit ovat läpäisseet riippumattoman testauksen kahdessa eri sotilasorganisaatiossa, ja niiden on todettu neutraloivan onnistuneesti kaikki hermokaasut, VX ja sariini mukaan lukien.

Tänä vuonna Cleamixin laitteita testattiin laboratorioissa uutta superpöppöä, Candida aurisia (C. auris) vastaan.

Tämä nopeasti leviävä sienipatogeeni havaittiin ensimmäisen kerran Japanissa vuonna 2009. Se on resistentti kaikille kolmelle sienilääkeluokalle, joten se voi aiheuttaa hengenvaarallisia tartuntoja. Cleamixin testeissä on todettu, että etikkahappo nopeuttaa dekontaminaatiota, mutta C. auris voidaan tuhota myös pelkällä vetyperoksidihöyryllä, kunhan sen pitoisuus on riittävän suuri.

Uudella tekniikalla uutta uhkaa vastaan

Huhtikuussa 2019 The New York Times julkaisi C. aurisia koskevan artikkelin otsikolla [A Mysterious Infection, Spanning the Globe in a Climate of Secrecy](#). Artikkelissa kuvataan viimeaikaisia tartuntoja sairaaloissa ja klinikoilla Espanjassa, Isossa-Britanniassa ja useissa Yhdysvaltojen osavaltioissa. Tartuntatautien ehkäisystä vastaavat viranomaiset ovat lisänneet C. aurisin vakavien uhkien luetteloihinsa. Epidemioita on ilmennyt esimerkiksi Intiassa, Pakistanissa ja Etelä-Afrikassa. Sekä Kanadan terveysviranomainen PHAC (Public Health Agency of Canada) että Etelä-Afrikan infektioviranomainen COHI (Centre for Opportunistic, Tropical and Hospital Infections) ovat julkaisseet väliaikaisia suosituksia C. aurisin hallintaan ja esittäneet muiden dekontaminaatioaineiden ja -menetelmien lisäksi vetyperoksidihöyryn käyttöä. (Katso [Candida Auris: Disinfectants and Implications for Infection Control](#).)

"C. auris on erittäin resistentti monille biologisille torjunta-aineille, höyrystynyt vetyperoksidi mukaan lukien, mutta sen voi tuhota tehokkaasti käyttämällä vetyperoksidihöyryä yhdessä muiden vaikuttavien aineiden kanssa. Muiden käytettävien nesteiden täytyy olla happamia, kuten peretikka- tai etikkahappoa. Teemme lisätestejä eri laboratorioiden kanssa.

"Siksi oli tärkeää, että Cleamixin laitteiden höyrystysmenetelmä mahdollistaa nesteseosten käytön.

"Vetyperoksidihöyryllä tehtävän biodekontaminaation ei tarvitse olla reagoivaa, vaan se voi olla myös ennakoivaa. Patogeenien tappaminen on vaikeaa ja tartunnan saaneen ihmisen parantaminen vielä vaikeampaa. Säännöllisellä biodekontaminaatiolla voidaan estää tartunnat, mutta laitteen täytyy olla kannettava, erittäin tehokas ja edullinen."

*Panu Wilska
Cleamix*

Parametrin syntyä

Kun Cleamix aloitti yhteistyön Vaisalan kanssa, se oli jo testannut muita vetyperoksidiantureita. Yritys tarvitsi tuotteeseensa anturin, joka on vakaa, tarkka ja helposti integroitava ja joka pystyy mittaamaan kaikkia tarvittavia parametreja. "Tarvitsimme laitteen, joka pystyisi antamaan arvon vesihöyryn ja vetyperoksidihöyryn sekoituksen suhteelliselle saturaatiolle, koska käytimme alkuperäisissä testeissämme 'kuivaa' biodekontaminaatiota, jossa vältettiin näkyvä kondensaatio", Wilska sanoo.

Vaisalan insinöörit kehittivät anturin, joka pystyi mittaamaan ja ohjaamaan tärkeimpiä biodekontaminaation parametreja: vetyperoksidipitoisuutta, kosteutta ja lämpötilaa. Näin syntyi uusi parametri, suhteellinen saturatio. Tämä parametri auttaa käyttäjiä varmistamaan, että prosessissa joko vältetään kondensaatio (kuivamenetelmä) tai otetaan kondensaatio huomioon (märkämenetelmä).

Vaisalan uudella PEROXCAP®-teknologialla varustettuja HPP270-mittapäitä käyttävät Cleamix-laitteet antavat tunnetut vetyperoksidipitoisuuden arvot.

Tärkeimmät biodekontaminaatiossa seurattavat parametrit ovat H₂=₂-pitoisuus, lämpötila, suhteellinen kosteus ja altistumisaika.

Lääkealan tutkimuksessa, kehityksessä ja tuotannossa erien tai prosessien välillä tehtävä biodekontaminaatio on kriittistä tuotteen laadun kannalta. Monissa tapauksissa samaa vetyperoksidimittauslaitetta käytetään useissa erilaisissa tuotteissa ja prosesseissa.

Vaisalan HPP270-sarjan mittapäät antavat toistettavissa olevat mitaustulokset. Ne sopivat monenlaisiin prosesseihin, ja lisäksi ne on helppo kalibroida käyttöpaikalla. Muita vetyperoksidiilla tehtävästä biodekontaminaatiosta hyötyviä life science -sovelluksia ovat muun muassa aktiivisten lääkeaineiden käsittelylaitokset, lääkkeitä sekoittavat apteekit sekä jakelukeskukset.

Cleamix toimittaa laitteensa itsenäisinä höyrystiminä tai suurille alueille ja ilmastointijärjestelmille tarkoitettuina verkostoituneina moduuleina. Yrityksen asiakkaina on biodekontaminaatiopalvelujen tarjoajia, sairaaloita, maanpuolustusorganisaatioita, maatalous- ja eläinlaboratorioita sekä lääkevalmistajia.

Lue lisää Cleamixin höyrystimistä osoitteesta [cleamix.com](https://www.cleamix.com).

Lue lisää Vaisalan höyrystyneen vetyperoksidin mittausratkaisuista osoitteesta www.vaisala.com/fi/measurement/vaporized-hydrogen-peroxide-measurements.



VAISALA

Ota meihin yhteyttä osoitteessa www.vaisala.fi/contactus



Skannaamalla koodin saat lisätietoja aiheesta

Viite: B211874FI-A ©Vaisala 2020

Tämä materiaali on tekijänoikeussuojan alainen, ja Vaisala sekä sen yksittäiset yhteistyökumppanit pidättävät kaikki tekijänoikeudet siihen. Kaikki oikeudet pidätetään. Logot ja/tai tuotenimet ovat Vaisalan tai sen yksittäisten kumppanien tavaramerkkejä. Tässä esitteessä olevien tietojen kaiken muotoinen kopiointi, siirto, jakelu tai tallentaminen ilman Vaisalalta saatua kirjallista lupaa on ehdottomasti kielletty. Kaikkia tietoja – myös teknisiä – voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.

www.vaisala.fi