



CHLOORDIOXIDE (ClO₂)

**DE CHEMISCHE ASPECTEN, MICROBIËLE RESISTENTIE
EN HET BELANG VAN EEN GOEDE SELECTIE VAN BIOCIDEN**

TABEL 1. OXIDATIEVERMOGEN

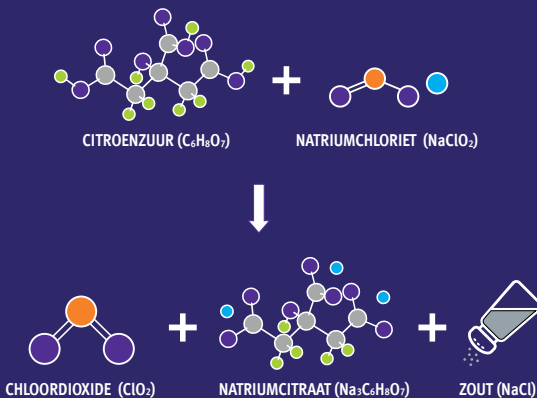
*MEERVOUDIG DEEL

| OXIDANT | OXIDATIEPOTENTIAAL (V) | TOTAAL OXIDATIEVERMOGEN |
|--|------------------------|-------------------------|
| CHLOORDIOXIDE (ClO ₂) | 0.95 | 5 e ^{-*} |
| VERDUND CHLOOR | 1.48 | 2 e ⁻ |
| PERAZIJNZUUR | 1.76 | 2 e ^{-*} |
| WATERSTOFFEROXIDE (H ₂ O ₂) | 1.78 | 2 e ⁻ |

FIGUUR 1. REDUCTIE VAN CHLOORDIOXIDE



FIGUUR 2. VORMING VAN CHLOORDIOXIDE



CHLOORDIOXIDE (ClO₂): DE CHEMISCHE ASPECTEN VAN DE WERKING

Chloordioxide wordt in de waterzuiveringssector al een eeuw lang gebruikt. De Wereldgezondheidsorganisatie keurt het gebruik van ClO₂ goed voor de desinfectie van drinkwater. Tristels gepatenteerde ClO₂-formulering is het desinfectiemiddel bij uitstek geworden voor warmtegevoelige medische apparaten zonder werkkanaal. Chloordioxide is een biocide met de breedste werkzaamheid tegen microbiële organismen zoals bacteriën, virussen, protozoën, gisten, schimmels, mycobacteriën en bacteriële sporen.

De biocidale werking van ClO₂ is te danken aan zijn oxiderende werking tegen microben. Dit komt aan bod in Tabel 1. Het OXIDATIEPOTENTIEEL (potentieel) van de chemische stof is zijn vermogen om elektronen uit nabijgelegen moleculen te verwerven. Het potentieel van ClO₂ is kleiner dan dat van perazijnzuur, waterstofperoxide en verdunde chloor. Belangrijk is dat ClO₂ een grotere biocidale werkzaamheid vertoont dan andere, sterkere oxidatiemiddelen. Hoe hoger het potentieel, hoe corrosiever de chemische stof. Dit betekent dat ClO₂ een krachtig maar minder corrosief biocide is dan andere oxidatiemiddelen.

Chloordioxide heeft een hoger OXIDATIEVERMOGEN (vermogen) dan alle drie de bovengenoemde chemicaliën. De capaciteit van chemicaliën geeft aan hoeveel elektronen een molecule kan accepteren van de omringende moleculen. In het geval van ClO₂ betekent dit dat het vijf elektronen van microbiële soorten per molecule kan opnemen, waardoor het een superieur biocide is ten opzichte van alternatieve oxidatiemiddelen, die doorgaans maar twee elektronen kunnen opnemen. Dit versterkte effect wordt toegeschreven aan de reductie in twee stappen (Figuur 1).

Figuur 1 geeft de reductie weer van ClO₂. In de eerste stap wordt ClO₂ gereduceerd tot een chloriet-ion na opname van één elektron. Het chloriet-ion ondergaat vervolgens een andere reactie waarbij het verder wordt gereduceerd doordat het vier extra elektronen en vier waterstofatomen accepteert. Dit tweefasige proces maakt het mogelijk om in vergelijking met andere oxidatiemiddelen een groter aantal elektronen los te maken uit microben. Dit betekent dat chloordioxide een verminderde corrosieve werking heeft op de oppervlakken waarop het wordt aangebracht, terwijl het tegelijk een verhoogd vermogen heeft om microben te doden.

De reden waarom oxidatiemiddelen zoals ClO₂ de voorkeur krijgen boven niet-oxiderende desinfectiemiddelen is te danken aan hun bewezen en krachtige werkzaamheid tegen bacteriële sporen en andere micro-organismen en aan de korte contacttijden. Stoffen zoals alcoholverbindingen en quaternaire ammoniumverbindingen zijn niet sporicidaal en hebben een lagere werkzaamheid.

Chloordioxide doodt ziekteverwekkers door elektronenuitwisseling, waarbij elektronen uit de vitale structuren van het micro-organisme, zoals celwanden, membranen, organellen en genetisch materiaal worden afgezonderd, waardoor een moleculaire onevenwicht ontstaat dat tot de dood van het micro-organisme leidt. Microben kunnen geen weerstand ontwikkelen tegen de inwerking van ClO₂ omdat ze vernietigd worden.

Figuur 2 toont de reactie waarmee Tristels eigen ClO₂-chemie wordt gegenereerd. De aanmaak van Tristel ClO₂ laat na gebruik geen schadelijke restproducten achter. De reactie zelf genereert ClO₂, natriumcitraat en zout. Natriumcitraat en zout zijn courante levensmiddelenadditieven en conserveringsmiddelen die voor de patiënt, gebruiker of apparatuur geen enkele bedreiging vormen. Naast de primaire reactieproducten wordt er ook water gevormd.

MICROBIËLE RESISTENTIE EN HET BELANG VAN EEN JUISTE BIOCIDKEUZE

Antibioticaresistentie treedt op wanneer organismen zich ontwikkelen in de aanwezigheid van chemische stoffen die hen normaal gezien doden. Overmatig en onjuist gebruik van antibiotica en biociden, zowel in een menselijke klinische omgeving als in de veehouderij, heeft geleid tot een dramatische toename van de antibioticaresistentie.

De groei van antibioticaresistentie bij pathogene micro-organismen is een belangrijk gezondheidsprobleem en een ernstig risico voor patiënten geworden. Naar de rol van biociden bij de toename van antibioticaresistentie is de laatste jaren veel onderzoek gedaan. Verschillende studies stelden vast dat de lage concentraties biociden die in biosystemen worden geloosd, een belangrijke rol spelen bij de selectiemechanismen van multiresistente organismen¹. Bovendien is aangetoond dat de risico's van het gebruik van ongeschikte of suboptimale biociden rechtstreeks van invloed zijn op de fysiologische kenmerken van microben. Studies toonden bijvoorbeeld aan dat blootstelling aan suboptimale biociden een verhoogde expressie tot gevolg had van geneesmiddel-uitstootmechanismen bij Salmonella-stammen². Mutaties zoals deze leiden vervolgens tot een verhoogde antibiotica- en biocideresistentie. Voor de veiligheid van de patiënt en het personeel is het bijgevolg absoluut noodzakelijk dat de juiste biociden worden gebruikt.

Van biociden zoals quaternaire ammoniumverbindingen en triaminen is in diverse studies aangetoond dat zij mee verantwoordelijk zijn voor de toename van multiresistentie. Daarbij werden verschillende resistente stammen geïdentificeerd, waaronder sporen van *E. coli*³ en *C. difficile*⁴. Bij biociden zoals ClO₂ is microbiële resistentie echter uitgesloten⁵. Dat is te danken aan de scheikundige werkingsmechanismen van de stof. Deze werkt als een sterk oxidatiemiddel, waarbij elektronen worden losgemaakt uit microbiële structuren en de moleculaire integriteit van de cellen wordt aangetast. Hierdoor wordt het membraan afgebroken en de proteïnewerking verstoord. De RNA-synthese wordt stilgelegd en de microben sterven⁶.

ClO₂ is in dat opzicht een opmerkelijke molecule. Ze biedt namelijk de complete oplossing voor desinfectie: de meest uiteenlopende microben worden na een korte contacttijd gedood, en er is minder corrosieve inwerking op oppervlakken. Bovendien voorkomt het gebruik van ClO₂ de dreiging van microbiële resistentie.

Tristel™

WE HAVE CHEMISTRY.



¹Morrissey, I., Oggioni, M., Knight, D., Curiao, T., Coque, T., Kalkanci, A. and Martinez, J. (2014). Evaluation of Epidemiological Cut-Off Values Indicates that Biocide Resistant Subpopulations Are Uncommon in Natural Isolates of Clinically-Relevant Microorganisms. PLoS ONE, 9(1), p.e86669.

²Whitehead, R., Overton, T., Kemp, C. and Webber, M. (2013). Exposure of Salmonella enterica Serovar Typhimurium to High Level Biocide Challenge Can Select Multidrug Resistant Mutants in a Single Step. PLoS ONE, 8(7), p.e22833.

³Hansen, L. S., Jensen, L. B., and Sørensen, H. I. (2007). Substrate specificity of the OqxAB multidrug resistance pump in Escherichia coli and selected enteric bacteria. J. Antimicrob. Chemother. 60, 145-147.

⁴MacLeod-Glover N, Sadowski C. Efficacy of cleaning products for C. difficile: environmental strategies to reduce the spread of Clostridium difficile-associated diarrhea in geriatric rehabilitation. Can Fam Physician. 2010;56(5):417-423.

⁵Noszticzius, Z., Wittmann, M., Kály-Kullai, K., Beregvári, Z., Kiss, I., Rosivall, L. and Szegedi, J. (2013). Chlorine Dioxide Is a Size-Selective Antimicrobial Agent. PLoS ONE, 8(11), p.e79157.

⁶Block, S., Knapp, J. and Battisti, D. (2001). Disinfection, sterilization, and preservation. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp.215-227.



Geproduceerd door: Tristel Solutions Limited,
Lynx Business Park, Cambs, UK, CB8 7NY
T +44 (0) 1638 721500 - E mail@tristel.com - W www.tristel.com

België: Tristel NV, Smalldaan 14B, 2660 Antwerpen, België
T +32 (0)3 889 26 40 - E belgium@tristel.com

Nederland: Tristel B.V., Binderij 7 R, 1185 ZH Amstelveen, Nederland
T 020 808 51 34 - E nederland@tristel.com

Voor informatie over de octrooien: <http://www.our-patents.info/tristel>