

Stand van zaken rond gezondheidsgerelateerde watermicrobiologie

Welk onderzoek wordt momenteel in de wereld verricht op het gebied van gezondheidsgerelateerde watermicrobiologie? De groep Health Related Water Microbiology - de oudste en meest actieve groep van de International Water Association (IWA), die sinds 1980 om de twee jaar een symposium organiseert - trok dit jaar in Griekenland op zijn 15e jaarcongres het grootste aantal geïnteresseerden tot nu toe: 450 mensen. Nederland werd vertegenwoordigd door Saskia Rutjes en Willemijn Lodder (RIVM), Gertjan Medema, Wim Hijnen, Paul van der Wielen en Leo Heijnen (KWR), Geo Bakker (Vitens) en Aleksandra Magic-Knezev (Het Waterlaboratorium). Gedurende vijf dagen werden 30 sessies gehouden met 97 mondelinge presentaties en 230 posters. Hieronder volgt een korte samenvatting van de meest interessante en relevante resultaten die gepresenteerd werden.

Tien procent van de Europeanen gebruikt drinkwater uit kleine waterinstallaties (minder dan 5.000 mensen of minder dan tien kubieke meter per dag). Uit een risicoanalyse van de consumptie van het water uit kleine installaties bleek dat het risico gemiddeld meer dan 1/10.000 bedraagt, wat veroorzaakt wordt door vrij hoge risico's van een beperkt aantal installaties. Deze vormen voornamelijk een risico voor kleine kinderen en bezoekers. Naar verwachting hebben bewoners die langer blootgesteld zijn aan de infectiebron, een afweersysteem opgebouwd waardoor infecties minder vaak tot de ziekte zullen leiden. *Campylobacter* bleek het organisme dat hiervoor het meest verantwoordelijk is.

Het voorkomen van pathogene micro-organismen en indicatoren in de distributienetten van Parijs en Lissabon indiceert dat bacteriofagen geen goede indicator vormen voor de aanwezigheid van enterale virussen, omdat in veel monsters wel enterale virussen aangetroffen zijn en geen bacteriofagen. Wel werden met elke virale besmetting Adenovirussen aangetroffen. In de bron van het Parijse drinkwater komen Norovirussen en Adenovirussen vaker voor dan Rotavirussen en Enterovirussen.

Ontwikkelingslanden

Het toepassen van zuiveringstechnieken op grote schaal en op huishoudniveau resulteert altijd in een duidelijke vermindering van het aantal ziektegevallen. In een studie zijn twee huishoudelijke systemen geëvalueerd die in Cambodja voor de bereiding van drinkwater worden toegepast. Er werd gekeken naar de prestaties van BioSand en keramische potfilters die gebruikt worden door de lokale bevolking. Naast de verwijdering van de fecale verontreiniging was ook de vorming van nitraat en nitriet in deze systemen van belang. Eenderde van de BioSand-filters bleek een onvoldoende waterkwaliteit te leveren ten opzichte van de fecale indicatoren. Daarnaast werden vaak hoge concentraties aan nitraat en nitriet (boven de WHO-limiet) in behandeld water aangetroffen door het nitrificatieproces dat in deze systemen optreedt. Keramische potfilters leveren een iets betere waterkwaliteit, maar dat werd voornamelijk veroorzaakt door de betere kwaliteit van de bron. Overigens

wordt ook door een Nederlandse werkgroep van Aqua for All onderzoek verricht naar de (verbetering van de) werking en de marketing van keramische potfilters. Voor een succesvolle implementatie en instandhouding van de BioSand-installaties is de betrokkenheid van de lokale bevolking tijdens het ontwerp en bouw een belangrijke factor. Op dit gebied moet nog veel werk verricht worden.

Methodes voor bepaling indicatoren en pathogenen

Onderzoekers blijven zoeken naar mogelijkheden voor verbetering en versnelling van bestaande methodes en ontwikkeling van nieuwe methodes voor bestaande en nieuwe organismen en verlaging van de prijs van de analyses. Aan de orde kwamen ook de moleculaire technieken, zoals NASBA voor detectie van levensvatbare *E. coli* (door Leo Heijnen, KWR) en LAMP voor detectie van pathogene protozoa (*Cryptosporidium*, *Giardia* en *Toxoplasma*). Veel aandacht werd besteed aan detectie van virussen met de nadruk op de infectiviteit. Hiervoor wordt een combinatie van de kweek, moleculaire technieken en chemische analyse (MALDI LCS-SE) gebruikt om de beschadigingen van het genoom en de samenstelling van het capsid te onderzoeken. Capsid is een eiwitmantel van een virus die onder andere zorgt voor hechting aan en binnendringen van het virus in de gastheer. Noemenswaard is verder een onderzoek naar de bruikbaarheid van het ATP-gehalte als indicatie voor het risico op groei van *Legionella* in de binneninstallatie van een ziekenhuis in Frankrijk. De ATP-concentratie in de waterfase wordt gebruikt voor het lokaliseren van de hot-spots met de meeste biofilmgroei. Deze methode werd ook toegepast voor het meten van de effecten van de genomen maatregelen.

Microbial Source Tracking

Microbial Source Tracking heeft als hoofddoel het lokaliseren en identificeren van een bron van fecale verontreiniging. Naast de indicatoren van fecale besmetting is men steeds meer op zoek naar nieuwe en meer specifieke indicatoren onder micro-organismen en chemische verbindingen. Eén van de belangrijkste nieuwe organismen zijn de bacteriën uit de *Bacteroides*-groep. Deze bacteriën zijn in hoge concentraties aanwezig in de darmflora van warmbloedige

dieren. Omdat veel bacteroidessoorten alleen in bepaalde diersoorten voorkomen, kan met deze bacteriën worden bepaald van welk dier de fecale besmetting afkomstig is. De technieken voor *Bacteroides* zijn nog onvoldoende specifiek, maar dat kan gedeeltelijk worden opgelost met een simpele controle van de lengte van de PCR-producten. De chemische stof cafeïne kan ook gebruikt worden als een indicator van humane fecale verontreiniging. De verhouding tussen specifieke en algemene indicatoren kan worden toegepast voor het bepalen van de hoeveelheid, herkomst en het tijdstip van de fecale besmetting.

Hoe kunnen antibioticaresistente micro-organismen (*Staphylococcus aureus* en *Enterococcus* spp.) gebruikt worden voor het opsporen en identificeren van de bronnen van fecale verontreiniging; zo luidde één van de vragen. Verder werd als een mogelijke indicator het mitochondriaal DNA genoemd, dat in feces aanwezig is. Mitochondria zijn componenten van somatische cellen die alleen in hogere organismen voorkomen - en vergelijkbaar met *Bacteroides* - verschillend zijn per diergroep, wat de mogelijkheid biedt de herkomst van een fecale besmetting te bepalen. Daarnaast werden als mogelijke indicatoren van fecale besmetting de Enterophages genoemd (bacteriofagen die specifiek *Enterococcus faecalis* infecteren) en phagen specifiek voor het shiga-toxin.

Ecologie en dynamiek van pathogenen en indicatoren

Sessies die dit onderwerp behandelden, zijn vaak nauw verbonden aan de *Microbial Source Tracking*. In een presentatie werd een model voor het mechanisme van het overleven van enterobacteriën in oppervlaktewater verklaard. Het model GASP (Growth Advantage in Stationary growth Phase) is gebaseerd op de hypothese dat oude gemuteerde cellen die goed aangepast zijn aan de omgeving, beter kunnen overleven dan de vers aangevoerde enterobacteriën. Deze hypothese is tevens experimenteel onderbouwd.

Onderzoekers lieten ook zien wat het effect is van het zonlicht op bacteriën en virussen in het oppervlaktewater en als gevolg hiervan de variatie in de concentratie in het

dag- en nachtritme (1 Log verschil). Dit heeft belangrijke implicaties voor de juiste keuze van het moment van de monsterneming.

In twee studies werd op verschillende wijze gekeken naar de aanwezigheid en overleving van pathogene organismen en indicatoren in de biofilms in de waterreservoirs en in de distributiesystemen. Uit laboratoriumexperimenten bleek dat *E. coli* en enterobacteriën wel lang kunnen overleven in de biofilms, maar in de praktijksituaties zijn geen pathogene organismen aangetroffen.

Ten slotte werd in een onderzoek de aanwezigheid van zoönotische pathogene micro-organismen in regenwater dat verzameld wordt via de daken, geïnventariseerd. Zoönose zijn dierziekten die ook op mensen kunnen worden overgedragen. In dit onderzoek werd met moleculaire technieken gekeken naar *Salmonella* spp., *Giardia lamblia* en *Campylobacter jejuni* in het regenwater en resultaten geven aan dat het jaarlijkse infectierisico voor *Salmonella* spp. en *Giardia lamblia* hoger is dan 1/10.000.

Desinfectie

Veel aandacht werd besteed aan de UV-desinfectie en evaluatie van een aantal systemen voor desinfectie met zonlicht die in ontwikkelingslanden worden toegepast. Uit een studie uit Oostenrijk bleek dat het bij UV-desinfectie

zeer belangrijk is om de integriteit van het systeem te monitoren door bijvoorbeeld de intensiteit van het UV te meten.

In een aantal studies werd het mechanisme van beschadiging van virussen door de oxidatieve deeltjes belicht. Wim Heijnen (KWR) gaf een overzicht van de mogelijkheden voor de toepassing van indicatoren voor de evaluatie van de prestatie van waterzuiveringstechnieken. Als een nieuwe, zeer effectieve mogelijkheid voor desinfectie (van afvalwater en slib) werd de *colimated electron beam*-techniek genoemd die afkomstig is uit de voedselindustrie.

Saskia Rutjes (RIVM) gaf een overzicht van de inactivatie van indicatororganismen in het effluent van secundair en tertiair behandelde afvalwatersystemen. Van verschillende technieken die onderzocht zijn, zoals chloring, waterstofperoxide en UV en ozon in combinatie met snelle zandfilters of membraanbioreactoren, bleek dat waterstofperoxide en UV het meest effectief zijn. In combinatie met snelle zandfiltratie wordt met deze techniek meer dan 5 log verwijdering bereikt en in combinatie met membraanbioreactoren 7 Log.

Duurzaam watermanagement

De groeiende vraag naar hergebruik van afvalwater voor irrigatie, kunstmatige infiltratie en voor drinkwaterbereiding stimuleert het onderzoek naar de risico's

van hergebruik. Hiervoor wordt informatie verzameld over de verwijdering van pathogene organismen en indicatoren in conventionele afvalwaterzuiveringsinstallaties en de effecten van aanvullende desinfectie of andere mogelijkheden voor de naderebehandeling ter verwijdering van pathogenen uit afvalwater. Als een goed alternatief voor de verwijdering van *Cryptosporidium* wordt de dubbele zandfiltratie genoemd (twee zandfilters in serie met een downflow en upflow regime).

In een studie uit Frankrijk naar de verwijdering van pathogenen en indicatoren tijdens de afvalwaterbehandeling bleek dat de pathogenen, vooral *Campylobacter jejuni*, langer in deze systemen overleven dan indicatoren.

Een voorbeeld van duurzaam watermanagement is de 'full scale' ontzoutingsinstallatie die in de beurt van het Griekse eiland Syros drinkwater produceert. De energie voor de omgekeerde osmose wordt volledig geleverd door de wind. De installatie ligt op een drijvend platform op een afstand van de kust, waardoor de milieuschade die ontstaat door de lozing van het concentraat, lager is dan bij de lozingen van de installaties die aan de kust zijn geplaatst (grotere verdunningsfactor).

Aleksandra Magic-Knezev
(Het Waterlaboratorium)