

Probiotica als beheersmaatregel tegen ongewenste micro-organismen in drinkwatersystemen

Auteur: Paul W. J. J. van der Wielen

Samenvatting

Probiotica zijn levende micro-organismen die kolonisatie en groei van ongewenste micro-organismen tegengaan, waardoor de gezondheid van mens, dier, plant en milieu verbetert. Enkele wetenschappelijke publicaties stellen dat verwacht mag worden dat dit concept ook kan werken om ongewenste micro-organismen in drinkwater te bestrijden. De probioticaorganismen zijn dan in staat om de competitie te winnen van ongewenste micro-organismen, produceren stoffen tegen ongewenste micro-organismen en/of infecteren en doden ongewenste micro-organismen. Enkele bedrijven bieden al probioticaconcepten aan om ongewenste micro-organismen in koeltorens te bestrijden. Wetenschappelijke publicaties waarin de werking van dergelijke concepten in watersystemen is aangetoond, zijn echter niet gevonden. Gezien de potentie is het daarom raadzaam om de mogelijkheden van probiotica tegen opportunistische ziekteverwekkers in drinkwatersystemen na te gaan.

Trendbeschrijving en achtergrond

Probiotica

Probiotica zijn producten met levende micro-organismen die, wanneer in voldoende hoeveelheden toegediend, een gunstig effect hebben op de gezondheid.¹ Oorspronkelijk zijn de producten ontwikkeld om de darmgezondheid bij mensen en dieren te verbeteren. Later is het probiotisch concept ook voorgesteld om ongewenste micro-organismen te beheersen in andere ecosystemen, waaronder watersystemen.

Ongewenste micro-organismen in watersystemen

In door de mens gemaakte watersystemen kunnen verschillende ongewenste microbiologische processen optreden. Opportunistische ziekteverwekkers zoals *Legionella pneumophila* en *Pseudomonas aeruginosa* kunnen in deze watersystemen gaan groeien en een risico vormen voor de volksgezondheid. Daarnaast kan de groei van bepaalde micro-organismen, zoals algen en actinomyceten, tot geur- en smaakklachten leiden. Tot slot kunnen microbiologische processen ook leiden tot technische problemen, zoals bijvoorbeeld corrosie van leidingen of biofilmvorming.

Waterbehandeling

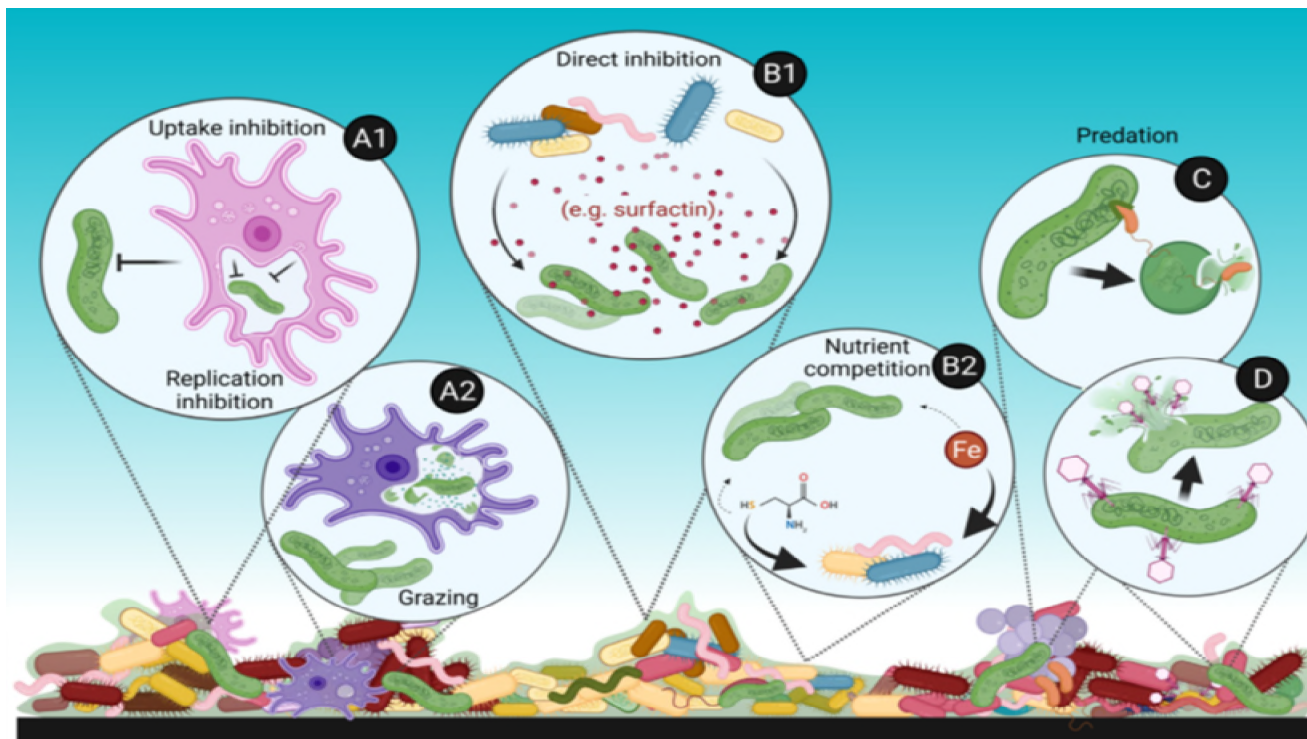
Om deze ongewenste microbiologische processen in drinkwatersystemen te beheersen wordt in een groot deel van de wereld drinkwater met een desinfectieresidu

gedistribueerd. In Nederland wordt het drinkwater echter zonder desinfectieresidu gedistribueerd, omdat na intensieve behandeling het drinkwater dusdanig weinig nutriënten bevat, dat nagroei tijdens drinkwaterdistributie nauwelijks optreedt. Desondanks kan tijdens distributie van drinkwater met of zonder desinfectieresidu, ongewenste microbiologische processen optreden, met name in drinkwaterinstallaties. Daarom worden in drinkwaterinstallaties van met name prioritaire instellingen desinfectiemethoden (thermische, chemische of fysische desinfectie) toegepast om groei van *L. pneumophila* te voorkómen.

Probiotica als beheersmaatregel in drinkwatersystemen

In de wetenschappelijke literatuur wordt in 2013 voor het eerst voorgesteld een probioticabenadering in drinkwater toe te passen om kolonisatie en groei van opportunistische ziekteverwekkers te voorkómen.² De auteurs voorzien dat de van nature voorkomende micro-organismen in watersystemen groei van opportunistische ziekteverwekkers kunnen tegengaan doordat:

1. Ze beter in staat zijn om te concurreren voor nutriënten en ruimten, bijvoorbeeld op de leidingwand
2. Ze stoffen produceren tegen opportunistische ziekteverwekkers
3. Ze in staat zijn opportunistische ziekteverwekkers te infecteren wat resulteert in celdood (door bacteriofagen).



Overzicht van mogelijke mechanismen van probioticabehandeling om *L. pneumophila* in drinkwater te beheersen. A1: inhibitie van replicatie in gastheerprotozoa; A2: grazen van specifieke protozoa op *L. pneumophila*. B1: inhibitie van *L. pneumophila* door antimicrobiële middelen geproduceerd door andere micro-organismen. B2: concurrentie van microben met *L. pneumophila* om nutriënten. C: Infectie en celdood van *L. pneumophila* door predatorbacteriën. D: Infectie en celdood van *L. pneumophila* door specifieke bacteriofagen. Uit ³

In een latere wetenschappelijke publicatie³, specifiek gericht op mogelijke probioticabehandeling om *L. pneumophila* in drinkwatersystemen te beheersen, worden nog aanvullende mechanismen genoemd:

- Bacteriën die in symbiose leven met gastheerprotozoa verhinderen vermeerdering van *L. pneumophila* in deze protozoa;
- Protozoa grazen op *L. pneumophila* en verteren deze in hun cel;
- Predatorbacteriën die op een vergelijkbare manier als bacteriofagen *L. pneumophila* infecteren en celdood veroorzaken.

Beide artikelen geven aan dat nog veel onderzoek uitgevoerd dient te worden, voordat duidelijk is of een probioticabehandeling mogelijk is om groei van ongewenste micro-organismen in drinkwatersystemen te beheersen. Daarbij speelt ook het waarborgen van de drinkwaterveiligheid een rol.

Deze veiligheid speelt minder een rol bij andere door de mensgemaakte watersystemen zoals koeltorens of afvalwaterzuiveringen. Wetenschappelijke artikelen in

peer-reviewed journals over toepassing van probiotica in deze watersystemen zijn echter niet gevonden. Wel zijn er bedrijven in de markt die probiotica als product aanbieden om de waterkwaliteit in industriële watersystemen te verbeteren. De producten claimen biofilm, organische afzettingen, algen en *Legionella* te bestrijden⁴⁻⁷. Doordat het commerciële producten zijn, is niet veel informatie beschikbaar over de samenstelling of precieze werkingsmechanisme van de probiotica. Het lijkt dat het werkingsmechanisme met name competitieve exclusie is, waarbij de probioticabacteriën de competitie om nutriënten winnen van de ongewenste micro-organismen. Daarnaast is van één product bekend dat het bacteriën uit de bodem zijn, terwijl een ander product uit *Bacillus*-sporen (die waarschijnlijk ook uit de bodem komen) bestaat. Daarmee lijken deze probiotica te bestaan uit micro-organismen die hun niche niet in water hebben, waardoor vraagtekens gesteld kunnen worden over de concurrentiekracht van deze probioticaorganismen vergeleken met micro-organismen die hun niche in water hebben. Wetenschappelijke publicaties waarin onafhankelijk de werkzaamheid van deze probioticaproducten is vastgesteld zijn niet gevonden.

Relevantie

Toepassing probiotica voor Nederlands drinkwater

Drinkwater in Nederland heeft een hoge kwaliteit waardoor de biologische stabiliteit hoog is en het gedistribueerd kan worden zonder disinfectieresidu. Desondanks zijn sommige opportunistische ziekteverwekkers in staat zich te vermeerderen in het distributiesysteem of drinkwaterinstallatie. Om het risico van opportunistische ziekteverwekkers, met name *L. pneumophila*, te beperken, wordt thermische desinfectie in met name prioritaire instellingen toegepast (warmwatertemperatuur > 60°C aan het warmtapwaterapparaat en 55 °C aan de tap). Vanuit duurzaamheidsoogpunt is er een sterke wens om de warmwatertemperatuur te verlagen. Daarnaast blijkt thermische desinfectie niet altijd succesvol toepasbaar tegen *L. pneumophila*, waardoor ook chemische desinfectie (chloordioxide, koper/zilverionisatie) regelmatig wordt toegepast.

Het is vooralsnog onduidelijk of probiotica een duurzame alternatieve beheersmaatregel kan zijn tegen opportunistische ziekteverwekkers zoals *L. pneumophila* in drinkwatersystemen. Daarvoor is meer duidelijkheid nodig over de ecologie van opportunistische ziekteverwekkers in het drinkwatermilieu. Tevens dienen micro-organismen geïdentificeerd en geïsoleerd te worden waarvan duidelijk is dat ze kolonisatie en groei van opportunistische ziekteverwekkers verhinderen. Het is daarbij wenselijk om gedefinieerde

probioticastammen te gebruiken, zodat niet onbedoeld ongewenste micro-organismen worden gedoseerd. De zoektocht naar dergelijke organismen kan gericht worden op de factoren die hierboven zijn genoemd en ter volledigheid nogmaals worden herhaald:

1. Microben die de competitie om nutriënten winnen van opportunistische ziekteverwekkers in het drinkwatermilieu
2. Microben die antimicrobiële middelen tegen opportunistische ziekteverwekkers aanmaken in het drinkwatermilieu
3. Microben die op opportunistische ziekteverwekkers grazen of infecteren en daarmee de ziekteverwekkers afdoden

Daarnaast is het belangrijk om na te gaan waar in de drinkwaterketen (bron, zuivering, distributiesysteem, drinkwaterinstallatie) kan worden ingegrepen zonder dat de drinkwaterkwaliteit negatief wordt beïnvloed. Bij dosering van probiotica aan drinkwater, wordt immers ook biomassa aan het drinkwater toegevoegd met mogelijke een negatieve impact op nagroei in het drinkwatersysteem.

Resilience

In een eerdere trendalert is de betekenis van weerbare (resilient) microbiële gemeenschappen voor de biologische stabiliteit en nagroei van drinkwater(systemen) beschreven⁸. Daaruit

voortvloeiend is dit jaar gestart met een verkennend onderzoek om micro-organismen in biofilms te identificeren die een rol spelen in weerbare bacteriegemeenschappen tegen kolonisatie en groei van *L. pneumophila* en *P. aeruginosa* en waarvan de rapportage eind 2024 wordt verwacht. De resultaten van dat onderzoek geven ook een mogelijke eerste identificatie van potentiële probiotische bacteriesoorten die door middel van competitieve exclusie of productie van antimicrobiële moleculen de groei van deze twee opportunistische ziekteverwekkers in drinkwaterbiofilms weten te verhinderen. De uitkomsten van dat onderzoek zouden daarom naast de betekenis van resiliënte in drinkwatersystemen ook een startpunt kunnen zijn voor gerichte isolatie van mogelijk succesvolle probioticastammen in het drinkwatersysteem.

Holomicrobioominstituut Nationaal Groeifonds

In 2024 is door de Nationaal Groeifondscommissie de Holomicrobioom-aanvraag goedgekeurd. Het Holomicrobioom-programma richt zich op het bundelen van microbiomonderzoek in verschillende domeinen (mens, dier, plant/bodem en water) in Nederland en op de inzet van duurzame biologische beheersmaatregelen om de gezondheid van mens, dier, plant en milieu te verbeteren⁹. Een onderdeel binnen dit programma richt zich specifiek op de inzet van probiotica om opportunistische ziekteverwekkers zoals *L. pneumophila*,

P. aeruginosa, *A. fumigatus* en non-tuberculeuze mycobacteriën te bestrijden in watersystemen waaronder afvalwater, koeltorens en drinkwater. Vanaf 2025 kunnen projecten binnen het Holomicrobioom-programma worden ingediend, wat mogelijkheden geeft om belangrijke stappen te zetten op ontwikkeling en toepassing van probioticaconcept in watersystemen zoals drinkwatersystemen. Naast het toepassen van het probioticaconcept, waarbij levende micro-organismen worden gedoseerd, kan daarbij overigens ook gedacht worden aan ontwikkeling en toepassing van prebioticaconcepten. In het prebioticaconcept worden geen levende micro-organismen toegediend, maar stoffen die de groei stimuleren van micro-organismen in het milieu die in staat zijn om kolonisatie en groei van ongewenste micro-organismen te voorkómen¹⁰.

Conclusies

- Probiotica zijn producten met levende micro-organismen die, wanneer in voldoende hoeveelheden toegediend, een gunstig effect hebben op de gezondheid van mens, dier, plant of milieu.
- Het werkingsmechanisme van probiotica is dat probiotica-organismen de concurrentie om nutriënten winnen van ongewenste micro-organismen, stoffen produceren die ongewenste micro-organismen remmen of

afdoden en/of ongewenste micro-organismen infecteren en afdoden.

- Er zijn nog geen voorbeelden bekend van het toepassen van probioticaconcepten om opportunistische ziekteverwekkers in drinkwatersystemen te bestrijden. Een dergelijke benadering heeft echter wel potentie om als duurzame beheersmaatregel in te zetten tegen ongewenste micro-organismen in drinkwatersystemen. Daarom wordt aanbevolen om onderzoek uit te voeren naar ontwikkeling en toepassing van het probioticaconcept in drinkwatersystemen.
- Het Holomicrobioom-programma binnen het Nationaal Groeifonds biedt mogelijkheden om toepassing van probiotica- en prebioticaconcepten in drinkwatersystemen te onderzoeken.

Meer informatie

1. Food and Agriculture Organization and World Health Organization Expert Consultation. Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. Córdoba, Argentina: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization; 2001. [cited 2005 September 8]. Available from: ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probio_report_en.pdf.

2. Wang, H., Edwards, M.A., Falkinham, J.O. and Pruden, A. 2013. Probiotic Approach to Pathogen Control in Premise Plumbing Systems? A Review. *Environ Sci Technol* 47(18), 10117-10128.
3. Cavallaro, A., Rhoads, W.J., Huwiler, S.G., Stachler, E. and Hammes, F. 2022. Potential probiotic approaches to control *Legionella* in engineered aquatic ecosystems. *FEMS Microbiol Ecol* 98(8), fiac071.
4. <https://www.heiq.com/products/probiotics/heiq-synbio-aquatec/>

5. <https://www.acniti.com/probiotics/probiotics-water-treatment/>
6. <https://en.blueactivity.de/technology/ba-synbiorex>
7. <https://amoeba-nature.com/en/>
8. van der Wielen, P.W.J.J. 2019. Trendalert 'Het belang van resilience in de drinkwatermicrobiologie'. BTO 2019.047.
9. <https://holomicrobiom.nl/nl/home/>
10. Hutkins, R.W., Krumbeck, J.A., Bindels, L.B., Cani, P.D., Fahey, G., Goh, Y.J., Hamaker, B., Martens, E.C., Mills, D.A., Rastal, R.A., Vaughan, E. and Sanders,

M.E. 2016. Prebiotics: why definitions matter. *Curr Opin Biotechnol* 37, 1-7.

Keywords

Microbiologische waterkwaliteit, biofilm, *Legionella*, waterbehandeling, probiotica, prebiotica

Auteur: Paul W. J. J. van der Wielen

Thematisch Trendalert: Biologische Veiligheid

Projectnummer: 404300/058