

# Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van toxische cyanobacteriën

Het achtste internationale congres over toxische cyanobacteriën vond begin september plaats in Istanboel. Op dit eens in de drie jaar te houden congres komen wetenschappers en beleidsmakers vanuit de hele wereld bijeen om de vele aspecten en ontwikkelingen rond dit onderwerp te presenteren en te bediscussiëren. De nieuwste ontwikkelingen ten aanzien van toxische cyanobacteriën zijn recentelijk door KWR gerapporteerd. Hieronder volgt een beknopte weergave van deze rapportage.

## Welke omstandigheden maken massale groei van cyanobacteriën mogelijk?

Deze vraag houdt mensen al meer dan een eeuw bezig (de eerste publicatie met betrekking tot cyanobacteriebloei dateert al uit 1878). Sinds die beginjaren zijn vele onderzoeken besteed aan dit onderwerp. Daaruit blijkt dat geen sprake kan zijn van één verklarende factor en net zo min van één soort en/of stam van de cyanobacterie. In Istanboel werd duidelijk dat watertemperatuur en nutriënten (met name totaal fosfaat) de meest verklarende factoren zijn voor het voorkomen van diverse cyanobacteriefamilies. Het zoeken naar generieke verklarende factoren lijkt een onbegonnen missie; watersystemen en soortensamenstellingen zijn simpelweg te divers. Wel werd bevestigd dat de te verwachten klimaatveranderingen de groei en bloei van cyanobacteriën gaan versterken. Of dat leidt tot meer toxische bloeien is nog niet helemaal duidelijk, het kan ook zo zijn dat de veranderende weersomstandigheden in het voordeel uitpakken van niet-toxineproducerende cyanobacteriën.

## Hoe zijn cyanobacteriën snel te detecteren?

Het snel en vroegtijdig detecteren van (toxische) blauwalgen is een wereldwijde wens. Met het oog op de volksgezondheid (drinkwaterproductie en recreatiewateren) dienen de nieuwe methodieken gevoelig, betrouwbaar en snel te zijn. Het kwantitatief bepalen van DNA blijkt zeer goed toepasbaar. Zowel het kwantificeren van genen waaraan de cyanobacteriesoort te herkennen is als van genen die verantwoordelijk zijn voor de toxineproductie, wordt in toenemende mate toegepast. Van veel van de genen die betrokken zijn bij de toxineproductie, is de DNA-volgorde bekend. Met deze informatie zijn methodieken ontwikkeld die het mogelijk maken om deze genen specifiek op te sporen. De eerste instrumenten waarmee veldmateriaal zonder verdere behandeling direct te kwantificeren en te toetsen is, zijn ontwikkeld. Dergelijke technieken geven bovendien inzicht in hoe toxische en niet-toxische stammen elkaar gedurende het seizoen afwisselen.

## Welke cyanotoxines worden geproduceerd?

Cyanobacteriën produceren een scala aan toxines, waaronder microcystine, anatoxine, cylindrospermopsine en saxitoxine. Nieuwe toxines worden niet vaak aangetroffen. De laatst bekende cyanotoxine die is aangetoond, is het BMAA. Deze toxine kan op de lange termijn Alzheimerachtige effecten sorteren. Uit studies, waarin gebruik gemaakt wordt

van ruwe extracten van cyanobacteriecellen, blijkt dat nog lang niet alle mogelijk toxische stoffen, zoals die door cyanobacteriën kunnen worden geproduceerd, bekend zijn. Dergelijke extracten blijken het ontstaan van tumoren te versterken. De effecten zijn niet veroorzaakt door bekende toxines als microcystine en cylindrospermopsine.

## Wat is de beste opsporingsmethode voor toxines?

Het opsporen van toxines gebeurt veelal met behulp van Elisa-instrumenten, HPLC en/of massaspectrometrie. Goede opsporingsmethodieken zijn van belang, omdat daardoor goed inzicht kan ontstaan in het daadwerkelijke risico van cyanotoxines in drink- en/of zwemwater. Het opsporen van anatoxine blijkt niet eenvoudig te zijn. In de Verenigde Staten zijn dode honden gevonden, zonder dat hun overlijden was te verklaren door de aangetroffen concentratie anatoxine-a. Wat bleek? Het bewuste anatoxine-a degenereert onder invloed van licht binnen enkele uren tot een ander product dat werd gemist in de analyse. Het voorkomen van het anatoxine-a bleek dus onderschat. Ook met betrekking tot het opsporen van BMAA is de juiste detectiemethodiek van belang. Was aanvankelijk het idee dat BMAA door alle cyanobacteriën in hoge concentratie geproduceerd wordt, op basis van andere analysemethodieken blijkt dat mee te vallen.

## Hoe gevaarlijk zijn die toxines?

Van de bekende cyanotoxines zijn ruime hoeveelheden toxicologische data voorhanden. Veel van die gegevens zijn verzameld met behulp van muistesten. Wat betekent dat voor de mens? Onderzoeken waarbij menselijke cellijnen (afkomstig van lever, bloed of huid) toegepast worden, geven een beter beeld van de daadwerkelijke effecten van cyanotoxines op de mens. Diverse onderzoeken naar onder andere de toxine microcystine-LR laten zien dat deze stof op gen niveau toxisch kan zijn. Een dergelijk effect werd ook aangetoond voor het toxine cylindrospermopsine. Extracten van cyanobacteriecellen blijken bovendien te kunnen leiden tot tumorpromotie. De effecten werden overigens in de aanwezigheid van bekende tumorpromotoren - zoals PAK en PCB - versterkt. Met het gebruik van menselijke cellijnen zou een beter inzicht in de werkelijke risico's van zwemmen in oppervlaktewater kunnen ontstaan.

## Waarom worden toxines aangemaakt?

Er zijn diverse hypothesen met betrekking tot de functie van toxines, zoals het

voorkomen van predatie door zoöplankton, het invangen van ijzerionen of als onderdeel van de cel tot celcommunicatie. Veel van deze vragen zijn onderzocht voor de toxine microcystine. De nieuwste hypothese is dat microcystine een rol speelt bij het voorkomen van oxidatieve stress. Oxidatieve stress kan leiden tot DNA-schade en daarmee tot beperkte celgroei. In de toxineproducerende cel zou oxidatieve stress de groei van de toxische cyanobacteriecel niet negatief beïnvloeden.

## Hoe bestrijd je overmatig groeiende cyanobacteriën en bijbehorende toxines?

In China komen meren voor met ontzettend grote drijfslagen (diverse hectaren). Deze worden fysiek met een zuigboot verwijderd. Maar dan? Verwerking van de drijfslagen blijkt problematisch en kan leiden tot de besmetting van gewassen met cyanotoxines. Beheermaatregelen zoals we die uit Nederland al kennen, vinden navolging: diepe menging, nutriëntreductie, tijdelijk droogvallen en aangepast peilbeheer. De toepassing van waterstofperoxide in enkele Nederlandse meren wordt internationaal goed ontvangen, hoewel uiteraard nog vele vragen onbeantwoord zijn. Voor de productie van drinkwater blijken diverse bacteriegroepen in staat om cyanotoxines te verwijderen. Het actief enten van zandbedden met dergelijke bacteriepopulaties lijkt veelbelovend.

## Nieuwe onderzoeksrichtingen

Er is nog weinig bekend over het voorkomen van diverse cyanotoxines naast elkaar in één en dezelfde cyanobacteriebloei. Bovendien is het effect van mengtoxiciteit nog ongewis. Bijvoorbeeld BMAA blijkt in de aanwezigheid van cylindrospermopsine tien maal zo toxisch te zijn. Ook een studie naar de massale dood van flamingo's toonde aan dat mengtoxiciteit een factor van belang kan zijn. Tijdens het congres werd een fraai voorbeeld gegeven van het voorkomen van diverse toxines in één bloei. Een foto van een waterscooter die hoge groene golven opspoot: het water bevatte hoge concentraties microcystine, anatoxine en cylindrospermopsine.

Bovendien is tot dusver betrekkelijk weinig bekend over het voorkomen van cyanobacteriebloeien in samengang met pathogenen danwel andere bacteriën.

**Edwin Kardinaal**  
(KWR Watercycle Research Institute)  
**Hans Ruiter** (Rijkswaterstaat)