

Aan de staatssecretaris van
Infrastructuur en Waterstaat
drs. V.L.W.A. Heijnen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

DATUM 18 september 2023
KENMERK CGM/230918-01
ONDERWERP Adviserende aanbiedingsbrief onderzoeksrapport 'Establishment and proliferation potential of cyanobacteria: properties that can inform the risk assessment'


Geachte mevrouw Heijnen,

Cyanobacteriën (in de volksmond ook wel blauwalgen genoemd) komen wereldwijd in zoet, zout en brak water voor. Ze zijn vooral bekend als veroorzakers van algenbloei. Wanneer bepaalde giftige cyanobacteriën sterk in aantal toenemen (woekeren), komen er gifstoffen in het water. Dit is schadelijk voor het waterleven, veroorzaakt vissterfte en kan bij zwemmers voor gezondheidsklachten zorgen. Cyanobacteriën worden echter ook ingezet voor de productie van stoffen die onder andere in biofarmaceutische producten, in chemische middelen en als biobrandstof worden gebruikt. Deze cyanobacteriën zijn – net als planten – in staat om koolstofdioxide en water onder invloed van zonlicht om te zetten in zuurstof en glucose (fotosynthese).

Om de productie van gewenste stoffen te verhogen, worden cyanobacteriën soms genetisch gemodificeerd. Genetisch modificatie wordt ook gebruikt om cyanobacteriën zo aan te passen dat ze stoffen kunnen produceren die ze van nature niet maken.

Om genetisch gemodificeerde (gg-)cyanobacteriën te mogen kweken, moet een vergunning worden aangevraagd. De COGEM wordt bij vergunningaanvragen voor gg-cyanobacteriën regelmatig gevraagd om te beoordelen of de gg-cyanobacteriën een risico zouden kunnen vormen wanneer zij, bijvoorbeeld bij een lekkage, in het milieu terecht zouden komen. Een belangrijke vraag hierbij is of de gg-cyanobacteriën zich in Nederland zouden kunnen vestigen en of zij hier kunnen woekeren en algenbloei kunnen veroorzaken.

Om meer inzicht te krijgen in de eigenschappen die bepalen of een cyanobacterie zich in Nederland kan vestigen en hier kan gaan woekeren, heeft de COGEM een onderzoeksproject laten uitvoeren.



Dit onderzoeksproject is uitgevoerd door Perseus BV en heeft zich gericht op de groep van fotosynthetiserende cyanobacteriën (de Oxyphotobacteria). De resultaten zijn beschreven in het onderzoeksrapport [‘Establishment and proliferation potential of cyanobacteria: properties that can inform the risk assessment’ \(CGM 2022-03\)](#).

In het rapport worden de eigenschappen beschreven die een rol spelen bij de verspreiding, voortplanting (‘groei’) en overleving van cyanobacteriën. Daarnaast worden methoden besproken die behulpzaam kunnen zijn bij het inschatten van de kans op vestiging en woekering van gg-cyanobacteriën en wordt een mogelijke leidraad gegeven voor het verzamelen van informatie ten behoeve van de milieurisicoanalyse bij een vergunningaanvraag. Het rapport is hiermee een waardevolle bron van informatie voor de risicobeoordeling van gg-cyanobacteriën en biedt tevens goede inzichten en aanknopingspunten voor het beoordelen van de kans op vestiging en woekering van gg-cyanobacteriën.

Eigenschappen van belang voor overleving en voortplantingsvermogen


Cyanobacteriën komen voor in uiteenlopende omgevingen en worden aangetroffen in wateren, variërend van een zeer hoge tot lage watertemperatuur en een hoge tot lage zuurgraad (pH). Ze beschikken over een groot aantal eigenschappen die hun voortplantingsvermogen en overlevingskans positief beïnvloeden. In het algemeen geldt dat cyanobacteriën efficiënt omgaan met beschikbare voedingsstoffen (zoals nitraat en fosfaat) en dat ze zich wanneer er weinig licht of CO₂ aanwezig is nog steeds goed kunnen voortplanten. Ook kunnen zij zich goed aanpassen aan veranderende omstandigheden. Daarnaast maken sommige cyanobacteriën ruststructuren (akineten of chlorotische cellen) om ongunstige omstandigheden (bijvoorbeeld de koudere temperaturen in de winter, maar ook periodes met een beperkte beschikbaarheid van voedingsstoffen) te overbruggen. Sommige van deze structuren (akineten) kunnen jaren overleven. Ook zijn er cyanobacteriën die zich actief kunnen verplaatsen en een gunstigere omgeving kunnen opzoeken doordat ze korte mobiele filamenten (hormogonia) vormen of gasblaasjes maken.

Daarnaast zijn er cyanobacteriën die toxinen of zogenaamde allelopathische stoffen produceren die nadelig zijn voor concurrerende soorten en ervoor zorgen dat ze niet door zoöplankton en protozoa worden opgegeten. Sommige cyanobacteriën vormen groepen of kolonies waardoor zij beter beschermd zijn tegen uv-straling en tegen organismen die cyanobacteriën eten.

Bovenstaande eigenschappen dragen bij aan het voortplantingsvermogen en de overlevingskans van cyanobacteriën, maar zijn in afzonderlijke cyanobacteriesoorten niet allemaal tegelijk aanwezig.

Eigenschappen van belang voor bloei

Cyanobacteriën staan bekend om hun vermogen om te woekeren (zogenaamde algenbloei), maar niet alle cyanobacteriën zijn hiertoe in staat. Bovendien zijn er naast cyanobacteriën ook andere algen (eukaryoot fytoplankton) die bloei kunnen veroorzaken. Het ontstaan van algenbloei is afhankelijk van omgevingsfactoren, zoals de aanwezigheid van veel voedingsstoffen (eutrofiëring). De groepen



algen die een bloei veroorzaken, verschillen in hun behoefte aan voedingsstoffen. Wanneer een bepaalde groep sterk in aantal toeneemt, ontstaat er op een gegeven moment een tekort aan de voedingsstoffen die zij nodig hebben. Andere algen die het bij deze omstandigheden wel goed doen, nemen dan in aantal toe. Wanneer er geen beperkende factoren (zoals licht, stikstof of koolstof) zijn, leggen cyanobacteriën het vaak af tegen eukaryoot fytoplankton. Er is niet één bepaalde eigenschap aan te wijzen die kenmerkend is voor cyanobacteriën die bloeien, maar een snelle deling (voortplanting) en het efficiënt omgaan met voedingsstoffen en/of licht spelen een belangrijke rol. Naast deze eigenschappen zijn ook de aanwezigheid van gasblaasjes waarmee cyanobacteriën zich door de waterkolom kunnen verplaatsen en eigenschappen die ervoor zorgen dat de cyanobacteriën niet worden opgegeten (zoals kolonievorming en de vorming van toxische stoffen) factoren die een rol spelen bij het bloeien van cyanobacteriën.

Verandering van eigenschappen door genetische modificatie

Genetische modificatie wordt onder andere ingezet om ervoor te zorgen dat cyanobacteriën meer van een gewenste stof produceren, maar ook om cyanobacteriën stoffen te laten produceren die ze van nature niet maken. Sommige veranderingen die hiervoor worden aangebracht (met name eigenschappen die de voortplanting en overleving veranderen) beïnvloeden de kans dat een gg-cyanobacterie zich in het milieu kan vestigen of bloei kan veroorzaken.

Methoden om inzicht te krijgen in mogelijkheid tot vestigen en bloei


In het onderzoeksrapport worden een aantal methoden beschreven die inzicht kunnen geven in de omstandigheden waaronder cyanobacteriën zich kunnen voortplanten en hun competitievermogen, en daarmee informatie kunnen opleveren voor het beoordelen van de kans op vestiging of woekering van een gg-cyanobacterie. Zo kunnen cyanobacteriën onder gecontroleerde omstandigheden *in vitro* worden gekweekt, kunnen er onder ingeperkt gebruik bioassays worden uitgevoerd met water uit de omgeving (met of zonder het daarin aanwezige fytoplankton) of kunnen er onder ingeperkt gebruik micro- of mesokosmos* studies worden uitgevoerd met water, sediment en organismen (fyto-, zoöplankton, waterplanten en ongewervelde dieren) uit dichtbij gelegen aquatische ecosystemen. Deze methoden bootsten de natuurlijke situatie in meer of mindere mate na, maar kunnen geen van alle de dynamiek en de complexiteit van het aquatische ecosysteem volledig nabootsen.

Ook computermodellen zouden mogelijk gebruikt kunnen worden om inzicht te krijgen in de omstandigheden waaronder een gg-cyanobacterie het beter of juist minder goed doet. Computermodellen zijn op dit moment echter nog niet voldoende ontwikkeld om de risico's van gg-cyanobacteriën te kunnen beoordelen.

Benodigde gegevens voor inschatten van de kans op vestiging en woekering

In het rapport worden een aantal aspecten genoemd die van belang zijn om de kans op vestiging of woekering van een gg-cyanobacterie goed te kunnen beoordelen of die hier een bijdrage aan kunnen leveren. Allereerst wordt het belang van een correcte identificatie van de stam benadrukt, omdat

* Een micro- of mesokosmos bootst de natuurlijke situatie op een kleine schaal zoveel mogelijk na. Het bevat water, sediment en organismen (fyto-, zoöplankton, waterplanten en ongewervelde dieren) uit een aquatisch ecosysteem.



daarmee de juiste informatie uit de literatuur verkregen en voor de risicobeoordeling gebruikt kan worden. Hierbij wordt opgemerkt dat de vele naamswijzigingen door nieuwe taxonomische inzichten bij cyanobacteriën een complicerende factor zijn. Daarnaast wordt opgemerkt dat het belangrijk is om te weten of de cyanobacteriesoort in Nederland voorkomt. Het rapport bevat een bijlage met soorten die sinds 1823 in Nederland zijn aangetroffen.

Ook informatie over de omstandigheden waaronder de wildtype cyanobacterie zich kan voortplanten ('groeien'), is relevant voor het inschatten van de kans op vestiging of woekering van een gg-cyanobacterie. Van cyanobacteriën die al langer gekweekt worden, is vaak al bekend onder welke omstandigheden zij zich (optimaal) voortplanten (lichtintensiteit, temperatuur, zoutgehalte, pH etc.).

In ieder geval dient bekend te zijn welke eigenschappen zijn gewijzigd, zodat nagegaan kan worden of de voortplanting en overleving van de cyanobacterie door de aangebrachte modificaties zou kunnen zijn veranderd. Indien hier onzekerheid over bestaat, kunnen er experimenten worden uitgevoerd om het voortplantingsvermogen van wildtype en gg-cyanobacteriën onder verschillende omstandigheden (temperatuur, licht, stikstof, fosfaat, CO₂) te bepalen en met elkaar te vergelijken. Wanneer de snelheid waarmee en/of de omstandigheden waaronder de gg-cyanobacterie zich kan voortplanten erg verschillen van het wildtype, bijvoorbeeld wanneer de gg-cyanobacterie zich onder een bredere reeks van omstandigheden optimaal voortplant, zouden micro- of mesokosmos studies kunnen worden uitgevoerd om inzicht te krijgen in het voortplantingsvermogen en de overlevingskansen van de gg-cyanobacterie.


Conclusie COGEM

Het rapport biedt een goed overzicht van de eigenschappen die van belang zijn voor de voortplanting en overleving van cyanobacteriën en beschrijft verschillende eigenschappen die in gg-cyanobacteriën worden veranderd en de mogelijke consequenties hiervan op voortplanting en overleving. Daarnaast worden diverse methoden beschreven die gebruikt kunnen worden om meer inzicht te krijgen in het voortplantingsvermogen en de mogelijkheden voor bloei van gg-cyanobacteriën. Hiermee biedt het rapport inzicht in de aspecten die van belang zijn voor de kans op vestiging en woekering van gg-cyanobacteriën en handvatten voor het bepalen van de informatie die nodig is om deze kans te kunnen beoordelen.

Advies COGEM

De informatie in het onderzoeksrapport in overweging nemende, komt de COGEM tot het volgende advies met betrekking tot de gegevens die nodig zijn om de kans op vestiging en woekering van gg-cyanobacteriën te kunnen beoordelen.

De COGEM is van mening dat bij een aanvraag voor 'introductie in het milieu' van een gg-cyanobacterie informatie moet worden verstrekt over de ingebrachte eigenschappen (i.e. de aangebrachte modificaties) en over het voorkomen van de cyanobacterie (i.e. de soort) in Nederland. De COGEM benadrukt hierbij het belang van een correcte identificatie van de gebruikte cyanobacteriestam.

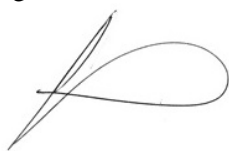


Wanneer de cyanobacteriesoort in Nederland voorkomt en er geen aanwijzingen zijn dat deze in Nederland of elders in de wereld bloei veroorzaakt, acht de COGEM de kans verwaarloosbaar klein dat de gg-cyanobacterie kan bloeien, tenzij er aanwijzingen zijn dat het voortplantingsvermogen of de overleving van de cyanobacterie door de aangebrachte modificaties zou kunnen zijn veranderd. In dat geval acht de COGEM aanvullende micro- of mesokosmos studies noodzakelijk. Deze micro- of mesokosmos studies zouden uitgevoerd moeten worden bij omstandigheden die de natuurlijke situatie zo goed mogelijk nabootsten, én bij omstandigheden die overeenkomen met de optimale omstandigheden voor de gg-cyanobacterie. Bij deze studies dient ook de hoeveelheid gg-cyanobacteriën die in het milieu terecht zou kunnen komen (de mate van introductie) zoveel mogelijk te worden nagebootst. Als de gg-cyanobacterie in beide situaties niet bloeit, acht de COGEM de kans dat de gg-cyanobacterie onder andere omstandigheden zal bloeien verwaarloosbaar klein.

Ook wanneer de soort waartoe de gg-cyanobacterie behoort, niet voorkomt op de lijsten met in Nederland voorkomende cyanobacteriesoorten, acht de COGEM micro- of mesokosmos studies vrijwel altijd noodzakelijk om de kans op bloei te kunnen beoordelen. Alleen wanneer een aanvrager overtuigend kan onderbouwen of kan aantonen dat de gg-cyanobacterie zich niet kan voortplanten onder de in Nederland voorkomende omstandigheden, kan hierop een uitzondering worden gemaakt. De COGEM merkt op dat het lastig kan zijn om dit te onderbouwen of aan te tonen, omdat de omstandigheden in de diverse aquatische milieus van elkaar verschillen, en ook binnen hetzelfde aquatische milieu de omstandigheden sterk fluctueren, onder andere door het verloop van de seizoenen. Bovendien kunnen cyanobacteriën zich vaak onder een brede reeks van omstandigheden voortplanten.

Samenvattend, is de COGEM van mening dat voor het beoordelen van de kans op vestiging en bloei van een gg-cyanobacterie in een aantal situaties volstaan kan worden met het verstrekken van informatie over de aangebrachte modificaties en het voorkomen van de cyanobacteriesoort in Nederland (of overtuigend bewijs dat de cyanobacteriesoort zich in Nederland niet kan voortplanten), terwijl in andere situaties micro- of mesokosmos studies uitgevoerd dienen te worden om de kans op vestiging en bloei van de gg-cyanobacterie te kunnen beoordelen.

Hoogachtend,



Prof. dr. ing. Sybe Schaap
Voorzitter COGEM

c.c. - Drs. Y de Keulenaar, Hoofd Bureau ggo
 - Ministerie van IenW, Directie Omgevingsveiligheid en milieurisico's,
 DG Milieu en Internationaal

Dit advies is mede tot stand gekomen met de inbreng van prof. dr. ir. D.B. van de Waal.