

I. van Gremberghe,
J. Van Wichelen, S. De Coster,
F. De Ruysscher, K. De Keyser,
K. Van der Gucht,
P. Vanormelingen en W. Vyverman

Cyanobacteriënbloeien in België: voorkomen, diversiteit en toxiciteit

Universiteit Gent, Departement
Biologie, Laboratorium voor
Protistologie en Aquatische
ecologie

De massale ontwikkeling van cyanobacteriën in oppervlaktewater tijdens de zomer is de laatste decennia wereldwijd een groeiend probleem geworden. Meren, vijvers en poelen krijgen dan een groen uitzicht en dit verschijnsel wordt "cyanobacteriënbloei" genoemd. Deze bloeien kunnen daarenboven toxisch zijn voor mens en dier. Cyanobacteriënbloeien komen vooral voor bij hoge temperaturen en in geëutrofeerde wateren (wateren belast met een hoog stikstof- en fosforgehalte). Vermits de meeste van onze vijvers en poelen hiermee te kampen hebben, komen cyanobacteriënbloeien veelvuldig voor in de zomerperiode. Een uitgebreide monitoringstudie bracht meer aan het licht over het voorkomen, de diversiteit en de toxiciteit van cyanobacteriënbloeien in België. In totaal werden meer dan 100 cyanobacteriënbloeien bemonsterd in meren, vijvers en poelen in België (voornamelijk in Vlaanderen) gedurende de zomers van 2003, 2004 en 2005. Uit de monitoringstudie bleek dat de meest voorkomende cyanobacterie in de bloeien *Microcystis* was (gevolgd door *Planktothrix* en *Anabaena*). Deze drie cyanobacteriën produceren het toxine microcystine en uit toxinemetingen bleek dat een groot deel van de bloeien hoge concentraties aan microcystine bevatten.

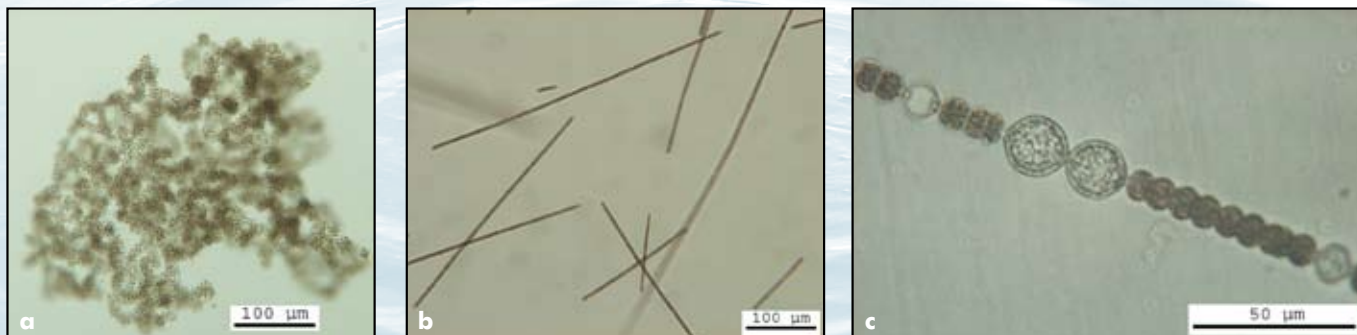
Het ontstaan van waterbloeien van cyanobacteriën is een natuurlijk voorkomend verschijnsel tijdens de zomerperiode. Deze bloeien kunnen zich echter ontwikkelen tot een groene (soms ook rode), toxische, schuimige massa, drijvend op het wateroppervlak, die een zeer onaangename geur verspreidt bij het afsterven. Cyanobacteriënbloeien vormen wereldwijd een potentieel gevaar voor de gezondheid van mens en dier en interfereren met de exploitatie van oppervlaktewateren (drinkwater, recreatie, viskweek...). De Wereld-Gezondheids-Organisatie (1998) wijst in een richtlijn voor drinkwaterkwaliteit op het gevaar van toxische cyanobacteriën. Cyanobacteriënbloeien beïnvloeden daarenboven de helderheid van het water, vergroten de kans op acuut zuurstoftekort 's nachts en kunnen andere organismen wegconcurreren. De eutrofiëring van onze oppervlaktewateren (invloei van stikstof en fosfor afkomstig van landbouw, huishoudens en industrie) in combinatie met een hoge temperatuur stimuleert de groei van cyanobacteriën. Daarom komen cyanobacteriënbloeien het meest voor in eutrofe meren, vijvers en poelen tijdens de zomer.

Wat zijn cyanobacteriën?

Cyanobacteriën zijn wellicht 3 miljard jaar geleden (Precambrium) op aarde ontstaan. Deze micro-organismen zijn net als groene planten autotroof en bevatten dus chlorofyl en andere pigmenten waarmee ze aan fotosynthese kunnen doen. Cyanobacteriën hebben een belangrijke rol gespeeld in de evolutie van het leven op aarde. Zij waren immers de eerste zuurstofproducerende organismen en hebben er dus voor gezorgd dat zuurstof op aarde begon te accumuleren en de atmosfeer langzaam van anoxisch naar oxisch evolueerde. Bovendien zijn de chloroplasten van algen en hogere planten in oorsprong opgenomen cyanobacteriën.

De cyanobacteriële cel bevat zoals andere bacteriën geen echte kern en organellen en ze planten zich niet seksueel voort. Cyanobacteriën kunnen voorkomen als eencelligen, maar kunnen ook filamenten of kolonies vormen (zie figuur 1). Ze kunnen voorkomen in zeer diverse milieus, zowel aquatisch als terrestrisch.

Figuur 1: Foto's van de toxische cyanobacteriën *Microcystis aeruginosa* (a), *Planktothrix rubescens* (b) en *Anabaena planktonica* (c) (Foto's a en b: Ineke van Gremberghe, c: Sam De Coster met Leitz Diaplan lichtmicroscop)



Hoe ontstaan cyanobacteriënbloeien?

De massale groei van cyanobacteriën in zoete wateren wordt ten dele veroorzaakt door hoge temperaturen doordat de cellen dan sneller delen. Bij het stijgen van de temperatuur te wijten aan de opwarming van de aarde zal het fenomeen van cyanobacteriënbloeien mogelijks nog toenemen. Tijdens de winter kunnen cyanobacteriën in het sediment overleven met behulp van een rustspore die terug kan ontkiemen in de lente waardoor op korte tijd een nieuwe populatie kan worden opgebouwd.

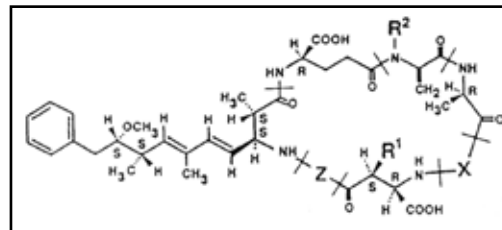
Cyanobacteriën kunnen domineren in troebel water waarin de lichtintensiteit relatief laag is. Hierdoor kunnen ze andere algen die veel licht nodig hebben wegconcurreren. Dit doen ze door gebruik te maken van gasvacuolen waarmee ze hun soortelijk gewicht kunnen regelen zodat ze verticaal in de waterkolom kunnen migreren. Zo kunnen ze overdag naar de oppervlakte gaan waar ze dan veel licht kunnen opvangen en 's nachts naar diepere voeselrijke waterlagen migreren. Ook hebben ze een efficiënt koolstofmetabolisme waardoor ze andere algen kunnen wegconcurreren bij een laag CO₂-gehalte in het water. Cyanobacteriën zijn in staat om fosfor op te slaan zodat ze een voorraad hebben bij fosfortekort in het water, wat kan voorkomen bij hoge densiteiten aan fytoplankton in de zomer. Sommige cyanobacteriën kunnen stikstof (N₂) fixeren uit de lucht waardoor ze bevoordeeld zijn bij lage concentraties aan opgeloste stikstof. Een andere belangrijke factor die het succes van deze micro-organismen kan verklaren is het feit dat ze beperkt eetbaar zijn door zoöplankton doordat ze grote kolonies of filamenten vormen en ze vaak giftig zijn.

Hoe giftig zijn cyanobacteriënbloeien?

Meer dan de helft van de bemonsterde cyanobacteriënbloeien wereldwijd blijkt giftig te zijn (Chorus *et al.*, 2000). Een groot deel van de cyanobacteriënsoorten produceren bepaalde giftige stoffen, nl. neurotoxines (werken in op het zenuwstelsel), dermatotoxines (beschadigen de huid) en/of hepatotoxines (werken in op de lever en andere interne organen). Deze toxines kunnen schadelijk zijn voor o.a. zoöplankton, vis, gevogelte, vee, huisdieren en de mens. Gevallen van mortaliteit bij vissen, vogels en vee te wijten aan giftige cyanobacteriën zijn gerapporteerd en ook bij de mens zijn vergiftigingen met soms dodelijke afloop bekend (Codd *et al.*, 2005). Vermoedelijk worden vergiftigingen door cyanobacteriën bij dieren en mensen vaak niet als dusdanig herkend. De toxiciteit van cyanobacteriële toxines is te vergelijken met het gif van een cobra (de fatale concentratie is 10-50 µg/kg lichaamsgewicht). Hepatotoxines komen het meest voor en het belangrijkste hiervan is microcystine, een eiwit waarvan meer dan 70 structurele varianten gekend zijn (zie figuur 2). De veel voorkomende cyanobacteriën *Microcystis*, *Planktothrix* en *Anabaena* (zie figuur 1) produceren dit toxine.

Volgens een WHO-richtlijn moet de concentratie aan microcystine-LR (meest voorkomende en meest giftige variant) in drinkwater lager zijn dan 1 µg/l (WHO, 1998). De symptomen van vergiftiging door microcystine bij de mens zijn misselijkheid, hoofdpijn, gastro-enteritis en leveraandoeningen.

Figuur 2: Chemische structuur van het heptapeptide microcystine



Microcystines zijn vooral in de cellen aanwezig maar kunnen ook vrijkomen bij het openbreken of afsterven van de cel en ze worden wellicht ook in beperkte mate actief uitgescheiden (Pearson *et al.*, 2004). Microcystines kunnen na het afsterven van de bloei nog lang in het water aanwezig blijven omdat ze traag worden afgebroken. Daarbij kunnen ze ook accumuleren in zoöplankton en vis en zo verder terecht komen in de voedselketen.

Het toxinegehalte van een bloei is niet constant en hangt af van de omvang van de bloei, het aantal giftige cyanobacteriënsoorten die voorkomen, de microcystineproductie binnen individuele cellen en de soorten microcystines die geproduceerd worden. Verscheidene studies vermelden ook dat het toxinegehalte per eenheid biomassa van *Microcystis* het hoogst is bij het begin van de bloei, wanneer de biomassa nog laag is (Kardinaal & Visser, 2005). De toxineproductie in de cellen blijkt ook beïnvloed te worden door externe groei-stimuli zoals licht en temperatuur en concentraties aan opgeloste nutriënten (een stijging in fosfaat en nitraatconcentraties kan de toxineproductie verhogen) (Rapala *et al.*, 1997).

De eigenlijke functie van microcystines is nog steeds niet gekend. Mogelijks zouden ze een rol kunnen spelen in de regulatie van lichtcaptatie (Kaebernick *et al.*, 2000), ze zouden betrokken kunnen zijn in ijzertransport (Utkilen & Gjølme, 1995) of ze zouden een rol kunnen spelen in intercellulaire communicatie tussen cyanobacteriën (Dittmann *et al.*, 2001). Ten slotte is er de hypothese die stelt dat toxines geproduceerd worden als bescherming tegen predatie door zoöplankton (Jang *et al.*, 2003).

Toxische cyanobacteriënbloeien in België

Om het fenomeen van giftige cyanobacteriënbloeien in België te bestuderen, werd in 2003 het nationale onderzoeksproject "B-Blooms" (*Algal blooms: emerging problem for health and sustainable use of surface waters*) opgericht door de universiteiten van Gent (UGent), Namen (FUNDP) en Luik (ULg). Dit project eindigde in 2006 en in januari 2007 werd het vervolgpriject "B-Blooms2" opgestart. De doelstellingen

van "B-Blooms" waren: (1) documenteren van voorkomen, soortensamenstelling en toxiciteit van cyanobacteriën, (2) studie naar de ecologische condities die bloeien veroorzaken en (3) middelen ontwikkelen (protocols voor staalname, moleculaire merkers...) voor een nationaal monitoringnetwerk.

In totaal werden meer dan 100 cyanobacteriën-bloeien bemonsterd in meren, vijvers en poelen in België (voornamelijk in Vlaanderen) gedurende de zomers van 2003, 2004 en 2005. Tevens werden ook verschillende chemische (concentraties aan opgeloste nutriënten: nitraat, ammonium en orthofosfaat) en fysische parameters (o.a. temperatuur, lichtintensiteit, troebelheid, zuurstofgehalte en pH) bepaald in de bemonsterde waterlichamen. De voorkomende cyanobacteriënsoorten in de waterstalen werden gedetermineerd en

Figuur 3: Cyanobacteriën-bloeien van *Microcystis* in vijver in Westveldpark (St-Amandsberg) (a), *Planktothrix agardhii* in Klotkom (Brugge) (b) en *Anabaena* in visvijver (Grembergen) (c) (Foto's a en b: Fanny De Ruysscher, c: Sam De Coster)



gekwantificeerd a.d.h.v. microscopische analyses. Kolonies van *Microcystis* en filamenten van *Planktothrix* werden ook geïsoleerd en opgekweekt in het laboratorium. De genetische diversiteit van de bloeien werd ook bestudeerd a.d.h.v. een moleculaire techniek, nl. denaturerende gradiënt gelelektroforese of kortweg DGGE. Het principe van deze techniek is dat verschillende sequenties van een specifiek DNA-fragment gescheiden worden in een gel. Op die manier kunnen de verschillende cyanobacteriënsoorten (of genera) in een bloei onderscheiden worden op basis van hun sequentie voor dat specifiek DNA-fragment. Voor meer informatie omtrent de gebruikte techniek wordt verwezen naar Zwart *et al.*, 2005. Daarnaast werd ook het al dan niet aanwezig zijn van toxinegenen in de bloeien bepaald (Nonneman & Zimba, 2002; Rantala *et al.*, 2004) en werden toxineconcentraties in het water gemeten m.b.v. HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Uit de monitoringstudie bleek dat de meest voorkomende cyanobacterie in de bloeien *Microcystis* (44 % van de bemonsterde bloeien), gevolgd door *Planktothrix* (19 % van de bemonsterde bloeien) en *Anabaena* (12 % van de bemonsterde bloeien) was (zie figuur 3) (Van Wichelen *et al.* 2006). Verder bleek uit de studie van de genetische diversiteit dat in de meeste bloeien slechts één soort cyanobacterie domineerde en dat de soort die de bloei veroorzaakt in een bepaalde vijver ook kan verschillen van jaar tot jaar. *Anabaena* werd vooral gedetecteerd in diepe wateren, terwijl *Planktothrix* vooral voorkwam in ondiepe vijvers. Variantie-analyses ('Analysis of Variance' of ANOVA en Post Hoc Tukey tests, significantieniveau: $p < 0,05$) toonden aan dat *Anabaena* vooral domineert bij significant lagere opgeloste stikstofconcentraties (wellicht omdat deze in staat is stikstof uit de lucht te fixeren) en significant hogere temperaturen dan *Planktothrix*. *Microcystis* daarentegen kan onder verschillende omstandigheden een bloei vormen. Deze cyanobacterie komt dan ook wereldwijd het meest voor (Visser *et al.*, 2005). Omdat alledrie deze cyanobacteriën microcystines kunnen produceren, kan gesteld worden dat een groot deel van de cyanobacteriën-bloeien in België toxisch is. Dit bleek ook uit de aanwezigheid van toxinegenen (in bijna alle bloeien werden microcystine-synthetase-genen gedetecteerd!) en uit de metingen van microcystineconcentraties. Deze laatste analyses werden uitgevoerd op een selectie van de stalen (56 bloeien) en hieruit bleek effectief dat 38 % van de bloeien hoge concentraties aan microcystines bevatten. In de natuurreservaten het Leeuwenhof in Drongen (zie figuur 4) en het Tiens Broek (zie figuur 5) werden in de vijvers, waarin dense bloeien van *Microcystis* voorkwamen, zelfs heel hoge waarden gemeten (zie tabel 1). Rond deze vijvers werd dan ook vogelsterfte opgemerkt (Van Wichelen *et al.*, 2006).

Wat valt eraan te doen?

Wanneer men te maken krijgt met een cyanobacteriën-bloei is het niet zo eenvoudig deze te verwij-

Figuur 4: Microcystisbloei in vijver van het natuurreservaat het Leeuwenhof in Drongen (Foto's: Jeroen Van Wichelen en Renaat Dasseville)



Figuur 5: Microcystisbloei in vijver van het natuurreservaat het Tens Broek (Foto's: Pieter Vanormelingen)



deren en te voorkomen dat de bloei de volgende zomer terugkomt. De belangrijkste remedie is er voor te zorgen dat de waterkwaliteit verbetert, dit wil concreet zeggen dat de nutriëntenbelasting moet verminderd worden. In een nitraatvervuild gebied als Vlaanderen is dit op korte termijn vaak moeilijk realiseerbaar. Wanneer er een bloei wordt gedetecteerd is het in eerste instantie belangrijk na te gaan of het om een toxische bloei gaat. Zo ja, dan kan de vijver afgesloten worden voor mens en dier, afhankelijk van de gemeten toxineconcentratie (voor microcystines ligt de drempel voor recreatiegebied op $20 \mu\text{g/l}$). Indien mogelijk kan de vijver best volledig leeg gelaten worden, de sliblaag verwijderd en opnieuw gevuld worden. Deze methode geeft hoe dan ook geen garantie dat de bloei niet terugkomt. Het artificieel mengen van de waterkolom kan in sommige gevallen ook een oplossing bieden (Visser *et al.*, 1996). Uit studies in Nederland is gebleken dat Actief Biologisch Beheer (een maatregel waarbij door een drastische uitdunning van de visstand de consumptie van algen door watervlooiën wordt vergroot en de bodemwoeling door grote vis afneemt) niet altijd goede resultaten geeft in het verhinderen van cyanobacteriënbloeien (Gulati & van Donk, 2002).

Samenvattend kunnen we besluiten dat het ontstaan van toxische cyanobacteriënbloeien in geëutrofeerde waterlichamen tijdens de zomer in België een veel voorkomend fenomeen is. Het terugdringen van de eutrofiëring van onze oppervlaktewateren is hoe dan ook onontbeerlijk om te verhinderen dat toxische bloeien zich ontwikkelen.

Dankwoord

Dit onderzoek kadert in het nationale 'B-Blooms' project gesponsord door Belspo (Belgisch Federaal Wetenschapsbeleid), in samenwerking met Prof. Dr. Annick Wilmotte (Université de Liège (ULg), Centre d'Ingénierie des Protéines, Institut de Chimie) en Prof. Dr. Jean-Pierre Descy (Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur (FUNDP), Unité d'Ecologie des Eaux Douces). Renaat Dasseville (UGent) en Sara Denayer (UGent) hebben meegeholpen aan een aantal staalnames. Een aantal stalen van openbare wateren werden verkregen dankzij samenwerking met medewerkers van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM, in het bijzonder Saskia Lammens, Annick De Winter, Thierry Warmoes en Martin Verdievel), en met medewerkers van het Instituut voor Natuurbehoud (IN, Kris van Looy en Alexander Van Braeckel) en met Luc Samsoen van de Provinciale Visserij Commissie Oost-Vlaanderen. Een aantal stalen van private visvijvers werden ons bezorgd door Peter Coene van de Vlaamse Vereniging van Hengelsport Verbonden vzw (VHV). Dr. Hélène Ducobu (CRITT Bio-Industries, Toulouse), Aurélie Ledreux (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris), Bruno Leporcq en Detelina Todorova (FUNDP) voerden de toxineanalyses uit. Christophe Boutte (ULg) detecteerde de toxinegenen.

Referenties

Chorus, I., Falconer, I.R., Salas, H.J., & Bartram, J. (2000) Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B*, 3: 323-347.

Codd, G.A., Lindsay, J., Young, F.M., Morrison, L.F. & Metcalf, J.S. (2005) Harmful cyanobacteria. From mass mortalities to management measures. In *Harmful cyanobacteria*. Huisman, J., Matthijs, H.C.P., and Visser P.M. (eds.). Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp.1-23.

Dittmann, E., Erhard, M., Kaebernick, M., Scheler, C., Neilan, B.A., von Dohren, H. & Borner, T. (2001) Altered expression of two light-dependent genes in a microcystin-lacking mutant of *Microcystis aeruginosa* PCC 7806. *Microbiology-Sgm* 147: 3113-3119.

Gulati, R.D. & van Donk, E. (2002) Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. *Hydrobiologia* 478: 73-106.

Jang, M.H., Ha, K., Joo, G.J. & Takamura, N. (2003) Toxin production of cyanobacteria is increased by exposure to zooplankton. *Freshwater Biology* 48: 1540-1550.

Kaebernick, M., Neilan, B.A., Borner, T. & Dittmann, E. (2000) Light and the transcriptional response of the microcystin biosynthesis gene cluster. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 3387-3392.

Kardinaal, W.E.A. & Visser, P.M. (2005) Dynamics of cyanobacterial toxins. Sources of variability in microcystin concentrations. In *Harmful cyanobacteria*. Huisman, J., Matthijs, H.C.P., and Visser P.M. (eds.). Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp.41-63.

Nonneman, D. & Zimba, P.V. (2002) A PCR-based test to assess the potential for microcystin occurrence in channel catfish production ponds(1.2). *Journal of Phycology* 38: 230-233.

Pearson, L.A., Hisbergues, M., Borner, T., Dittmann, E. & Neilan, B.A. (2004) Inactivation of an ABC transporter gene, *mcyH*, results in loss of microcystin production in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* PCC 7806. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 6370-6378.

Rantala, A., Fewer, D.P., Hisbergues, M., Rouhinen, L., Vaitomaa, J., Borner, T. & Sivonen, K. (2004) Phylogenetic evidence for the early evolution of microcystin synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 568-573.

Tabel 1: Resultaten van microcystine (MC) analyse van stalen genomen in vijvers met cyanobacteriënbloei (enkel de stalen waarin microcystines gedetecteerd werden zijn in de tabel opgenomen; DS = droge stof bloeimateriaal, laatste kolom: MC totaal = µg/l dens bloeimateriaal uit litoraal, nd: niet gedetecteerd, na: niet geanalyseerd)

Datum staalname	Plaats	Naam of ligging vijver	Collector	Instantie analyse	Dominant taxon	MC LR µg/ g DS	MC RR µg/ g DS	MC YR µg/ g DS	MC totaal µg/ g DS	MC totaal µg/l bloeimateriaal
23/09/2003	St-Amandsberg	Vijver park Westveld	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	418	775	na	1193	966
30/09/2003	Hamme	Bunt 1	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	186	122	35	343	122
30/09/2003	Hamme	Bunt 2	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	196	147	28	371	300
30/09/2003	Hamme	Bunt 3	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	782	119	54	954	761
30/09/2003	Baasrode	visvijver	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	19	145	na	164	2
24/08/2004	Drongen	Leeuwenhofvijver	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	459	nd	na	459	26240
6/09/2004	Drongen	Leeuwenhofvijver	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	515	0	222	737	1667
16/09/2004	Drongen	Leeuwenhofvijver pelagiaal	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	403	0	185	589	2
16/09/2004	Drongen	Leeuwenhofvijver sediment	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	107	0	98	206	3879
30/09/2004	Drongen	Leeuwenhofvijver	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	603	0	228	832	843
25/09/2004	Brugge	Klotkom	UGent	CRITT	<i>Planktothrix</i>	22	nd	na	22	0
28/09/2004	Oudenaarde	vijver Liedtsparck vijver	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	105	126	29	259	1
28/09/2004	Kluisbergen	elektriciteitscentrale vijver park	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	683	1968	na	2651	76998
29/09/2004	Zottegem	Breivelde	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	114	44	11	169	2
29/09/2004	Merelbeke	Sint-Eliospuit	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	149	nd	na	149	6
4/10/2004	Grimbergen	Ter Killen	UGent	FUNDP	<i>Microcystis</i>	1422	52	19	1493	2051
6/04/2005	Beringen	Goudkarper	VVHV	CRITT	<i>Microcystis</i>	24	435	na	459	174
29/08/2005	Beringen	Goudkarper	VMM	CRITT	<i>Microcystis</i>	1023	490	na	1513	5600
12/05/2005	Averbode	Terelzen vijver	VVHV	CRITT	<i>Microcystis</i>	84	1161	na	1245	6568
19/05/2005	Poederlee	Leute en Plezier	VVHV	FUNDP	<i>Microcystis</i>	45	36	0	82	65
9/08/2005	Tienen	Tiens broek	UGent	CRITT	<i>Microcystis</i>	502	nd	na	502	12938
21/09/2005	Lummen	Schulensmeer	VMM	FUNDP	<i>Microcystis</i>	441	414	105	961	708

Rapala, J., Sivonen, K., Lyra, C. & Niemela, S.I. (1997) Variation of microcystins, cyanobacterial hepatotoxins, in *Anabaena* spp. as a function of growth stimuli. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 2206-2212.

Utkilen, H. & Gjølme, N. (1995) Iron-Stimulated Toxin Production in *Microcystis aeruginosa*. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 797-800.

Van Wichelen, J., De Coster, C., De Ruyscher, F., De Keyser, K., van Gremberghe, I., Sterken, M., Vanormelingen, P., Van der Gucht, K. & Vyverman, W. (2006) Algenbloei, een bedreiging voor natuurwaarden in Vlaanderen? *Natuur.focus* 5(3): 91-97.

Visser, P.M., Ibelings, B.W., Mur, L.R. & Walsby, A.E. (2005) The ecophysiology of the harmful cyanobacterium *Microcystis*. Features explaining its success and measures for its control. In *Harmful cyanobacteria*. Huisman, J., Matthijs, H.C.P., and Visser P.M. (eds.). Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp.109-142.

Visser, P.M., Ibelings, B.W., Van der Veer, B., Koedood, J. & Mur, L.R. (1996) Artificial mixing prevents nuisance blooms of the cyanobacterium *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, the Netherlands. *Freshwater Biology* 36: 435-450.

W.H.O. (1998) Cyanobacterial toxins: Microcystin-LR. Guidelines for Drinking-Water Quality. In. Geneva: World Health Organization, pp. 95-110.

Zwart, G., Kamst-van Agterveld, M.P., van der Werff-Staverman, I., Hagen, F., Hoogveld, H.L. & Gons, H.J. (2005) Molecular characterization of cyanobacterial diversity in a shallow eutrophic lake. *Environmental Microbiology* 7: 365-377.

*Ineke van Gremberghe, doctoraatsstudent
Laboratorium voor Protistologie en Aquatische
ecologie, Departement Biologie, Universiteit Gent
K.L. Ledeganckstraat 35, 9000 Gent
tel: +32 9 264 87 30
fax: +32 9 264 85 99
Ineke.vanGremberghe@UGent.be*

*Jeroen Van Wichelen,
wetenschappelijk medewerker*

*Sam De Coster, Fanny De Ruyscher en
Kevin De Keyser,
licentiaatsstudenten*

*Katleen Van der Gucht en Pieter Vanormelingen,
postdoctorale medewerkers*

*Wim Vyverman,
professor en hoofd van het laboratorium voor
Protistologie en Aquatische ecologie, Departement
Biologie, Universiteit Gent,
Krijgslaan 281 S8, 9000 Gent*