

Helserisiko knyttet til cyanobakterieoppblomstringer

Av Hans Utkilen, Folkehelseinstituttet

Abstract

Cyanobacteria bloom is a floating diverse microbial communities resembling biofilm, where opportunistic pathogenic bacteria, with complex growth requirements, can grow and survive. Aerosols created by human activities or natural conditions from the waters containing these blooms could spread toxins, opportunistic pathogens and allergens. Some knowledge on cyanobacteria toxins in aerosols has been acquired, but recreational guidelines do not take aerosolized cyanotoxins into consideration when calculating cyanotoxins health alert thresholds (Wood and Dietrich, 2011). No information on opportunistic pathogenic bacteria in aerosols from cyanobacteria blooms seems to be available. The Norwegian Institute of Public Health conducted a pilot project in order to examine if rowers on lakes with cyanobacteria blooms could be exposed to *Legionella pneumophila*. The results indicate that the rowers had been exposed to these opportunistic pathogens. However a thorough investigation in order to verify this finding should be undertaken in

order to examine if aerosols from cyanobacteria blooms could be an exposure route for opportunistic pathogens in addition to cyanotoxins.

Sammendrag

En cyanobakterieoppblomstring er et sammensatt mikrobielt miljø hvor opportunistiske patogene bakterier, med komplekse næringskrav, kan vokse og overleve. Aerosoler som dannes fra vann med oppblomstringer kan spre potente toksiner, opportunistiske patogene bakterier og allergener. Dette kan skje i forbindelse med vannsport/lek eller fra fontener plassert i vannkilder med oppblomstringer. Sterke vinder kan også danne aerosoler fra disse kildene. Det synes å ha vært en signifikant økning i milde respiratoriske symptomer i tilknytning til høye konsentrasjoner av cyanobakterier ved rekreasjonsaktiviteter (Cheng et al., 2007). Internasjonalt er det de senere årene bygget opp kunnskap om toksiner i slike aerosoler, og det påpekes at risikovurdering av vannkilder med cyanobakterier ikke er fullstendig

før aerosolproblematikken også er vurdert. Mange rekreasjonsveiledere tar heller ikke aerosoler med i bedømmelse av helserisiko (Wood og Dietrich, 2011). Aerosoler fra fontener i Lille Lungegårdsvannet i Bergen, figur 1, og Breiavatnet i Stavanger, som begge har hatt cyanobakterieoppblomstringer, er gode eksempler på aerosoler som burde vært studert for å avklare om de representerer en helserisiko for folk som bor eller oppholder seg i nærområdet. Nasjonalt folkehelseinstitutt har gjennomført en pilotstudie som tyder på at roere ble eksponert for *Legionella pneumophila* ved roing på vann med en cyanobakterieoppblomstring.

Cyanobakterier (blågrønnalger)

Cyanobakterier er trolig blant de eldste nålevende organismer. Fossiler som er

3.6 milliarder år gamle er funnet. Denne organismegruppen fylte atmosfæren med oksygen og dannet derved grunnlaget for livet på jorden slik vi kjenner det i dag. Cyanobakteriene har derfor hatt lang tid til å tilpasse seg miljøendringer, og har utviklet en rekke egenskaper som gjør de til pionerorganismer. Regulering av egenvekt, nitrogenfiksering, evnen til å binde og holde på vann og høy affinitet til næringskomponenter gjør at cyanobakteriene er godt rustet til å utkonkurere andre mikroorganismer og bli dominerende i mange ulike økologiske nisjer.

Cyanobakterieoppblomstring/biofilm

Cyanobakterier er vidt utbredt i ferskvann og brakkvann over hele kloden, og under gunstige forhold kan flere arter danne omfattende oppblomstringer. Dette



Figur 1. Cyanobakterieoppblomstring (biofilm) i Lille Lungegårdsvannet i Bergen.

fenomenet vil tilta med økende forurensning av vannkilder og endring i klima. Disse oppblomstringene kan danne flere toksiner som blant annet levertoksiner og nervetoksiner (Codd et al., 1999). Cyanobakterier er også kjent for å være allergener (Falconer, 1989). De kan også fremme vekst og overlevelse av opportunistiske patogene bakterier.

En biofilm beskrives som en aggregering og vekst av mikroorganismer på en overflate. De første organismene koloniserer og legger forholdene til rette for andre mikroorganismer ved å danne festepunkter på overflaten. Prosessen resulterer i en kompleks samling av strukturelt uensartede og genetisk forskjellige mikroorganismer.

Cyanobakterier kan samles i vannoverflaten ved å regulere oppdriften (Uttilen et al., 2008) og danne et flere cm tykt lag av celler, populært kalt en oppblomstring, figur 2. Cyanobakterier produserer ekstracellulære polysakkarider som danner et klebrig slimlag rundt cellene (Whitton og Potts, 2000), som fester cellene til hverandre og danner et viskøst nettverk som kan være stabilt over lang tid. Bakterier som tilføres vannet fra luft eller ved avrenning kan feste seg til cyanobakteriene og unngå sedimentering. Med tiden vil et rikt mikrobielt samfunn utvikle seg på vannoverflaten. En slik oppblomstring har alle karakteristiske trekk til en biofilm, kolonisering av en overflate, et komplekst mikrobiologisk samfunn bestående av både eu- og prokaryote mikroorganismer. Det er vist at bakterier som er morfologisk forskjellig fra cyanobakterier ofte er festet til over-

flaten av eller inne i tette knipper av filamentære cyanobakterier (Bell et al., 1983, Pearl et al., 1989). Akkurat som andre biofilmer kan en cyanobakteriebiofilm være en nisje for vekst av opportunistiske patogene bakterier. Aerosoler kan dannes fra cyanobakterieoppblomstringer og eksponere personer i nærheten for komponenter fra oppblomstringen. Studier har vist at *Legionella* overlever lengre i aerosoler sammen med cyanobakterier enn uten (Berendt, 1981).



Figur.2. Cyanobakterieoppblomstring (biofilm)

Cyanobakterier skiller ut mange organiske komponenter som er substrat for de assosierte heterotrofe bakteriene (Bertilsson og Jones, 2003). Det er vist at cyanobakterier øker veksten (Tison et

al., 1980, Bomo et al., 2011) og overlevelsen (Aas, 2010) av opportunistiske patogene bakterier som ofte har komplekse næringskrav. Hovedgruppene av bakterier assosiert med cyanobakterier i ferskvann er *Alpha-* og *Betaproteobacteria*, *Actinobacteria*, *Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroidetes* og *Verrucomicrobia* (Berg, 2009). Proteobakteriene omfatter mange opportunistiske patogene bakterier som *Escherichia*, *Salmonella*, *Vibrio* og *Legionella*, som alle teoretisk kan ende opp i aerosoler fra cyanobakterieoppblomstringer.

Spredning av og human eksponering for aerosoler med opportunistiske patogene bakterier fra oppblomstringer har hatt liten oppmerksomhet.

Risikovurdering av cyanobakterieoppblomstringer har vært knyttet til toksinene som cyanobakteriene produserer (Chorus og Bartram, 2000). De best studerte og mest utbredte cyanobakterietoksinene er nodularin og microcystin, som begge er effektive hemmere av fosfataser. Eksponering for disse toksinene skjer som regel oralt, men nasal eksponering kan forekomme og da er toksisiteten til microcystin 10 ganger høyere en ved oralt inntak (Fritzsche et al., 1994). Nasal eksponering for toksiner via aerosoler kan representere en helserisiko.

Heterotrofe bakterier og cyanobakterier

Heterotrofe opportunistiske patogene bakterier trives sammen med cyanobakterier og kan representere en helserisiko enten ved direkte kontakt eller gjennom aerosoler fra oppblomstringer. Etter kano-

øvelser på et vann med en cyanobakterieoppblomstring måtte flere av deltakerne sendes til sykehus (Turner et al., 1990), og det er observert pusteproblemer etter seiling på vann med oppblomstringer (Phillips og Bate, 1992). Det er få studier av toksinnhold i aerosoler fra oppblomstringer (Wood og Dietrich, 2011), men det er vist at toksiner kan forkomme i aerosoler (Cheng et al., 2007). Få eller ingen har forsøkt å gjenfinne de opportunistiske bakteriene i aerosoler fra en oppblomstring. Slike studier vil være viktige for å kartlegge alternative ruter for human eksponering for *Legionella* og andre opportunistiske patogene bakterier. I 2010 gjennomførte Folkehelseinstituttet en pilotstudie for å avklare om roere var eksponert for *Legionella* og toksiner ved roing på en vannkilde med en cyanobakterieoppblomstring. Det ble tatt blodprøver for analyse av antistoff mot *Legionella pneumophila* før og etter sesongen. Studien antyder at roerne, som hadde benyttet Årungen til trening, hadde vært eksponert for *L. pneumophila* (Wedge et al., 2010). Flere legionellaarter ble påvist i vannkilden, selv om det ikke var en omfattende cyanobakterieoppblomstring i 2010.

Konklusjon

Mye tyder på at helserisikoen ved cyanobakterieoppblomstringer ikke bare er knyttet til toksinene som produseres, men at eksponering for opportunistiske patogene bakterier også kan forekomme via aerosoler dannet i forbindelse med vannsport eller fontener. Det er derfor god grunn til å betrakte cyanobakterie-

oppblomstringer som en smittekilde for både opportunistiske patogene bakterier og toksiner.

Referanser

Aas, E. (2010). Virkningen av cyanobakterier på vekst av *Legionella Bozemani*. Mastergrad ved Universitetet i Oslo.

Bell, R.T., Ahlgren, G.M. and Ahlgren I. (1983). Estimating bacterioplankton production by measuring [H^3]thymidine incorporation in an eutrophic Swedish lake. Appl. Env. Microbiol. 45: 1709-1721.

Berendt, R.F. (1981). Influence of blue-green algae (cyanobacteria) on survival of *Legionella pneumophila* in aerosols. Infection and immunity 32: 690-692.

Berg, K. (2009). Heterotrophic bacteria associated with cyanobacteria in recreational and drinking water. Dr. grad, Universitetet i Helsinki.

Bertilsson, S. and Jones, J. (2003). Supply of dissolved organic matter to aquatic ecosystems; autochthonous sources. In: Aquatic ecosystems: Interactivity of dissolved organic matter (Eds. S.E.G. Findlay and R.L. Sinsabaugh). Academic press, Amsterdam. pp. 3-24.

Bomo, A.M., Tryland, I., Haande, S., Hagman, H.C. and Utkilen, H. (2011). The impact of cyanobacteria on growth and death of opportunistic pathogenic bacteria. Water Science and Technology 64: 384-390.

Cheng, Y.S., Zhou, Y., Irving, C.M., Kirkpatrick, B. and Backer, L.C. (2007). Characterization of aerosols containing microcystin. Marine Drugs 5: 136-150.

Chorus, I. and Bartram, J. (2000). Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. E & FN sponsored on behalf of the World Health Organization.

Codd, G.A., Bell, S.G., Kaya, K., Ward, C.J., Beattie, K.A. and Metcalf, J.S. (1999). Cyanobacterial toxins, exposure routes and human health. Eur. J. Phycol. 34: 405-416.

Falconer, I. R. (1989). Effects on human health of some toxic cyanobacteria (blue-green algae) in reservoirs, lakes and rivers. Toxicity assessment 4: 175-184.

Fritzgeorge, R.B., Clark, S.A. and Keevil, C.W. (1994). Routes of intoxication. In: Detection methods for cyanobacterial toxins. (Eds. G.A. Codd, T.M. Jefferies, C.W. Keevil and E. Potter). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.

Pearl, H., Behaut, B. and Prufert, L. (1989). Bacterial associations with marine *Oscillatoria* sp. (*Trichodesmium* sp.) populations: ecophysiological implications. J. of Phycology 25: 773-784.

Phillips, R. and Bate, A.J. (1992). Health risks assessment of dinghy sailing in Avon and exposure to cyanobacteria

(Blue-green algae). J. Inst. Water Environ. 6: 613-617.

Tison, L.D., Pope, D.H., Cherry, W.B. and Fliermans, C.B. (1980). Growth of *Legionella pneumophila* in association with blue-green algae (cyanobacteria). Appl. Env. Microbiol. 39: 456-459.

Turner, P.C., Gammie, A.J., Hollinrake, K. and Codd, G.A. (1990). Pneumonia associated with contact with cyanobacteria. Brit. Med. J. 300: 1440-1441.

Utkilen, H., Kvernrød, I.A. og Gjølme, N. (2008). Er cyanobakterieoppblomstringer en gunstig nisje for utvikling av heterotrofe bakteriepopulasjoner? VANN 2: 105-110.

Wedeg, E., Bolstad, K., Aaberge, I.S., Utkilen, H., Rohrlack, T., and Tiodolf, A.M. (2010). Does rowing activities in waters with cyanobacteria blooms constitute a health risk for legionella infections? EWGLI, Copenhagen, September 2010. p. 41.

Whitton, B.A. and Potts M. (2000). Introduction to cyanobacteria, pp. 1-11. I The ecology of cyanobacteria: Their diversity in time and space. (ed M. Potts). Kluwer Academic Publisher, the Netherlands.

Wood, S.A. and Dietrich, D.R. (2011). Quantitative assessment of aerosolized toxins at two New Zealand lakes. J. Environ. Monit. 13: 1617-1624.