

Naturlig biofilm i vannledning – en mulig kilde til luktepisoder på drikkevannsforsyningen

Av Ingun Skjevraak

Ingun Skjevraak PhD er fagleder NMT for Midt-Rogaland

Denne artikkelen oppsummerer et prosjekt som er utført ved NMT for Midt-Rogaland i samarbeid med I.V.A.R og Folkehelseinstituttet v/Vidar Lund og Kari Ormerod. Prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd. Arbeidet er presentert som foredrag ved 6th IWA Symposium on Off-flavours in the Aquatic Environment, Barcelona, 7-10 oktober 2002.

Innledning

Luktepisoder på drikkevannsforsyningen kan skyldes flere forhold, og generelt er slike problemer relatert til mikrobiell vekst i råvannskilden, forurensninger fra materialer i kontakt med vann, ytre forurensninger som tilføres via vannkilde eller ledningsnett eller desinfeksjonsbiprodukter. Mikrobiell vekst og etablering av naturlig biofilm i ledningsnettet som mulig årsak til forekomst av luktepisoder, er imidlertid lite beskrevet i litteraturen. Det er derfor satt fokus på naturlig biofilm som mulig reservoar eller kilde for lukteintensiv forbindelse i drikkevann. Denne artikkelen beskriver i korthet utførte undersøkelser med hensyn på flyktige

organiske forbindelser i biofilm etablert i plastledning på ledningsnettet. I litteraturen er det rapportert at mikrobiell vekst i plastledning kan øke som følge av utlekking av plastkomponenter. Det er derfor gjort innledende forsøk med å identifisere slike komponenter i biofilm. Dannelse av flyktige organiske komponenter ved klorering av biofilm er også undersøkt.

Utførelse

Polyetylenrør (HDPE) med i.d. 20,4 mm, sammensatt av ti rørlengder a 20 cm sammenkoblet med messingunioner, ble utplassert på fire forskjellige testlokaliteter langs to ulike distribusjonsnett. På det ene distribusjonsnettet ble plastledningene montert ved råvannsinntaket på vannverket på Langevatn og ute på distribusjonsnettet ved et høydebasseng på Hinna. De andre testrørene ble utplassert ved råvannsinntaket på vannverket ved Hagavatn og ute på nettet ved høydebassenget i Sirevåg. Vannstrømmen gjennom rørene ble holdt konstant (0,20-0,25 l/sek) gjennom forsøksperioden [1]. Det ble ikke på-

vist fritt klor i vann fra testlokalitetene ute på nettet i denne perioden. Rørene ble montert i mai og første prøve av biofilm ble tatt inn i september samme år. Deretter ble det tatt inn biofilmprøver hver 6.-7. uke til oktober neste år. Ved innsamling av biofilmprøver ble en 20 cm rørlengde erstattet med en tilsvarende, rengjort rørlengde, og rørbiten inneholdende biofilm ble tatt inn til laboratoriet. Biofilmen ble skrapet ut av rørbiten med et stempel, og analysert mhp. flyktige organiske forbindelser (VOC) med GCMS. Klorering av biofilm ble utført ved å tilsette 1 ml 35 ppm natriumhypokloritt til biofilmen fra ett 20 cm rørstykke.

VOC med sannsynlig algeopprikkelse

Det ble påvist en rekke flyktige organiske forbindelser i biofilm som, i følge litteraturdata, sannsynligvis er av mikrobiell opprinnelse. Et utvalg av disse er vist i tabell 1. Stoffer som er kjent for å produseres av alger var dominerende. Eksempelvis var geosmin, ektokarpen, diktyopteren A og diktyopteren C' tilstede i biofilm. Geosmin er en sekundærmetabolitt fra aktinomyceter og cyanobakterier, mens de tre sistnevnte forbindelsene dannes ved enzymatiske reaksjoner som finner sted bla. i disintegrerende diatomeer [2]. Ektokarpen, diktyopteren A og diktyopteren C' er også observert i prøver tatt fra ulike dyp i marmorfilteret ved Langevatn Vannbehandlingsanlegg [3]. Det ble da samtidig registrert nærvær av blant annet diatomeer i marmorfilteret (*Tabellaria*). Dette kan tyde på at

Tabellaria er en kilde til denne typen VOC i vann fra Langevatn-kilden.. I analysene utført på biofilm ble geosmin påvist i størst konsentrasjon i biofilm fra råvannlokaliteten. Ektokarpen, diktyopteren A og diktyopteren C' ble derimot påvist i høyest konsentrasjon i biofilm fra distribusjonsnettet. Fordelingen av disse komponentene i biofilm var ganske lik gjennom forsøksperioden, noe som tyder på en felles opprinnelse for disse forbindelsene. Forekomsten av diktyopteren A er vist i figur 1 og figur 2 for de fire testlokalitetene. Dette viser at VOC som er produsert i råvannskilden kan akkumuleres i biofilm også på fjerne deler av distribusjonsnettet. Mekanismen for transport av biogene VOC fra råvannskilden og avsetning i biofilm ute på nettet er ikke kjent. VOC kan transporteres med vannstrømmen, men det er også mulig at alger distribueres med vannstrømmen og sedimenterer ute på nettet. Det ble ikke registrert forekomst av disse luftforbindelsene i prøver av nettvann som ble innhentet samtidig med biofilmprøver.

Identifiserte VOC i biofilm
Geosmin
Ektokarpen
Diktyopteren A
Diktyopteren C'
Dimetyldisulfid
β-ionon
iC4- og i-C5-aminer
6-Metyl-5-hepten-2-on
mentol og menton
C8-forbindelser
++

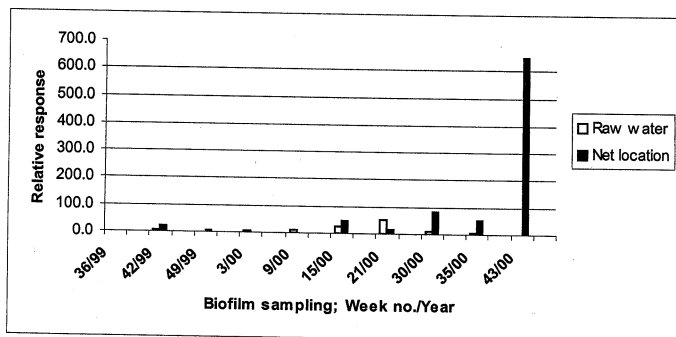
Tabell 1 Utvalg av identifiserte VOC i naturlig biofilm

VOC med mulig opprinnelse fra mikrosopp i biofilm

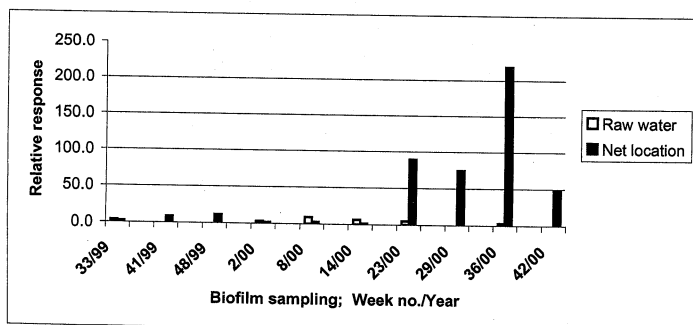
I biofilm ble det påvist C8-forbindelser som 3-oktanon og 1-okten-3-on. Fra litteraturen er det kjent at slike C8-forbindelser kan produseres av mikrosopp. Det ble derfor utført et vekstforsøk hvor biofilm ble inokulert på et selektivt vekstmedium for mikrosopp. Framvokste kolonier ble analysert med hensyn på flyktige organiske forbindelser. De framvokste soppkoloniene produserte 1-okten-3-ol, 3-oktanon, 1-okten-3-on og 2-okten-1-ol, noe som tyder på at mikrosopp er tilstede i biofilm og produserer luktstoffer *in-situ*.

Effekt av redusert strømningshastighet gjennom rør

Ved et uhell ble gjennomstrømningshastigheten i biofilmrørene ved en av testlokalitetene redusert i et tidsrom på 5-6 uker. Ved analyse av biofilm fra denne perioden med lav flow viste det seg at konsentrasjonen av en flyktig svovelholdig komponent (dimetyl-disulfid) økte betydelig i forhold til testperioden for øvrig. Dimetyl-disulfid er kjent for å produseres som følge av bakteriell nedbrytning av organisk materiale, men kan også dannes av alger og cyanobakterier. Våre observasjoner tyder på at nedsatt vanngjennomstrømming kan føre til økt konsentrasjon av denne luktintense forbindelsen i biofilm. Dette kan ha relevans f.eks. for forhold i endeledning på distribusjonsnett.



Figur 1
Dictyopteren A i nettbiofilm og råvannbiofilm fra hhv. Sirevåg nettlokalitet og Hagavatn råvannslokalitet



Figur 2
Dictyopteren A i nettbiofilm og råvannbiofilm fra hhv. Hinna nettlokalitet og Langevatn råvannslokalitet

Komponenter som migrerer fra polyetylenrør

Det ble utført statiske migrasjonstester av polyetylenrørene som ble brukt til biofilmforsøkene. Disse testene viste at det hovedsakelig migrerte degraderingsprodukter fra antioksydanter, 2,4-di-tert-butylfenol og 2,6-di-tert-butyl-benzokinon, samt C6-C10-alifatiske aldehyder, til vann. I biofilm ble det ikke påvist alifatiske aldehyder i konsentrasjoner utover bakgrunnsnivået. Dette kan bety at disse forbindelsene raskt omsettes av mikroorganismer i biofilm eller at utlekket mengde avtar relativt raskt slik at aldehydene ikke blir detektert i biofilm. Konsentrasjonen av 2,4-di-tert-butylfenol var detekterbar og stabil i biofilm fra begynnelsen av forsøket og fram til vårparten året etter, da den ikke lenger ble detektert i biofilm. Det er ikke kjent om dette kan skyldes redusert migrasjon eller om det kan finnes mikroorganismer i modnet biofilm som er i stand til å omsette slike forbindelser.

Klorering av biofilm

Klorering av biofilm resulterte i dannelse av en rekke nye flyktige forbindelser fra biofilm. Mengden av disse var adskillig høyere (15-20 ganger) enn mengden av VOC som var tilstede i biofilm før klorering. Forbindelser som ble dannet ved klorering inkluderte hovedsakelig trihalometaner,

kloro-alkyl-benzener, aromatiske og alifatiske nitriler, alkylerte klorbenzener, alkylbenzener, metylen-etenamin og brom-metylindan. Disse forbindelsene ligner de man vanligvis finner i klorbehandlet svømmebassengvann.

Konklusjon

Luktintense VOC som vanligvis forbindes med alger og cyanobakterier i råvannskilden var dominerende blant identifiserte VOC i biofilm. Det ble også funnet sterke indikasjoner på at C8-forbindelser i biofilm produseres av mikrosopp i biofilmen. Resultatene tyder på at naturlig biofilm i rørledning kan tjene både som reservoar og kilde til VOC som kan påvirke drikkevannskvaliteten.

Referanser

- [1] Lund V. and Ormerod K. (1995) The influence of disinfection processes on biofilm formation in water distribution systems. *Water Research*, **29** (4), 1013-1021
- [2] Jüttner F. (1995). Physiology and biochemistry of odorous compounds from freshwater cyanobacteria and algae. *Water Science and Technology*, **31** (11), 69
- [3] Skjevraak I. (2000) Anrikes organisk stoff på marmorfilter? Resultater fra en forstudie ved Langevatn vannbehandlingsanlegg. *Vann*, Nr.4, 325-329