

Vannkvalitet og produksjon av Geosmin og 2-MIB i Mjøsa

Av Helga Næs

Helga Næs er Dr.scient student og NTNf stipendiat.

Foredrag holdt i Norsk Vannforenings møte 25. september 1985, Stange sentrum.

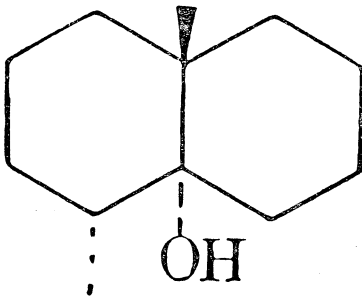
INNLEDNING

Lukt- og smakskomponenter i drikkevann er et økende problem. To aktuelle forbindelser i denne sammenheng er geosmin og 2-MIB. Dette innlegget vil i hovedsak dreie seg om følgende punkter:

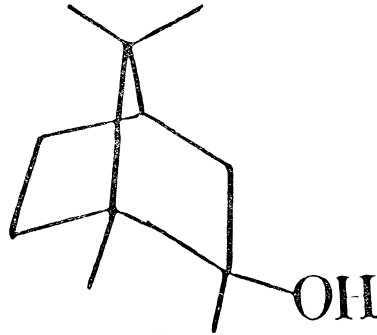
1. egenskaper ved geosmin og 2-MIB
2. lukt/smaksproblemer i Mjøsa gjennom årene
3. faktorer som påvirker geosminproduksjonen hos blågrønnalgen *Oscillatoria brevis*
4. viktig informasjon om geosmin/2-MIB relatert til:
 - vanninntak
 - vannbehandling
 - begrensning av algeoppblomstring.

Figur 1.

Strukturen til geosmin og 2-MIB.



GEOSMIN



2-METYLISSORBORNEOL

Geosmin består av grunnstoffene karbon, hydrogen og oksygen. Det er en flyktig forbindelse med jordaktig lukt. Geosmin ble første gang isolert fra mikroorganismer i 1964 og var inntil da et ukjent stoff. Stoffet er funnet i vannkilder verden over og er et problem for drikkevannsforsyningen i flere land.

Forbindelsen 2-metylisorborneol (2-MIB) består av de samme grunnstoffene som geosmin, men er mer flyktig. Lukten er jordaktig i fortynnet form. I ren form lukter 2-MIB kamfer.

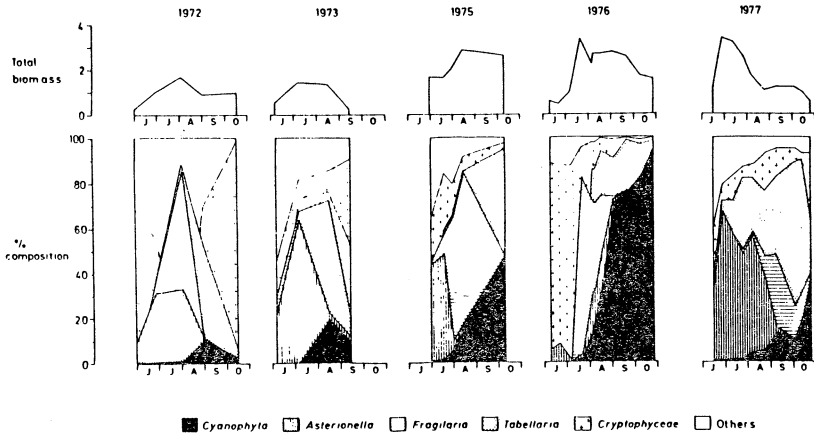
Stoffet ble første gang isolert fra mikroorganismer i 1964, men hadde vært kjent siden 1901, året hvor stoffet første gang ble laget syntetisk. I likhet med geosmin er 2-MIB et problem i drikkevannssammenheng.

Lukt-grenseverdier for geosmin og 2-MIB er rapportert å være i området 10—30 ng/l vann. Geosmin i vann er rapportert å kunne gi lukt helt ned til 1 ng/l.

Geosmin og 2-MIB produseres av blå-

grønnalger (cyanobakterier), actinomyceter og noen få sopparter.

I Mjøsa—Glomma systemet var lukt- og smaksproblemet dominerende i perioden 1969—76, med en kulminasjon i 1976.



Figur 2. Årstidsvariasjoner av fytoplanktonbiomasse og sammensetningen i Mjøsa ved Skreia prøvetakstasjon. Cyanobakteriene består hovedsaklig av *O. bornetii* fa. *tenius* (Holtan, 1980).....

Fig. 2 viser fytoplankton sammensetningen i Mjøsa 1972—76. Det som er viktig i denne sammenheng, er økningen i det sorte feltet som representerer prosent blågrønnalger, i dette tilfellet arten *Oscillatoria bornetii*, som prosent av total fytoplanktonmasse. Denne arten hadde en kolossal økning disse årene, og ut fra undersøkelser utført av NIVA var denne blågrønnalgen årsak til lukt/smaksproblemet i Mjøsa i denne perioden. Organismen hadde nemlig evne til å produsere geosmin, en evne som merkelig nok forsvant etter 1976. I 1982 ble det igjen påvist geosminproduserende stammer av *O. bornetii* og vannkvaliteten i Mjøsa har stadig blitt forverret fram til i dag.

Dette ga inspirasjon til å starte arbeidet med blågrønnalgen *Oscillatoria brevis*. Ingenting var kjent omkring eventuelle miljøfaktorer innvirkning på geosminproduksjonen.

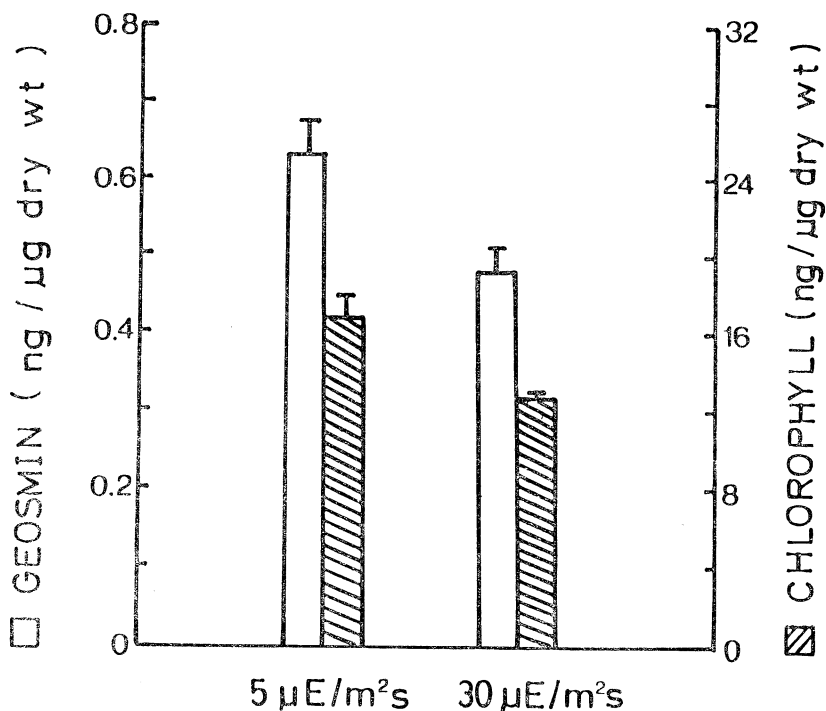
En naturlig faktor å starte med var lysintensitet (lysstyrke).

Resultatene i Fig. 3 viser at geosminproduksjonen avtar med økende lysintensitet. Dette er også tilfellet for innholdet av klorofyll.

Det viste seg at det var god korrelasjon mellom geosmin og klorofyll, begge var omvendt relatert til lysintensitet. Dette gav støtte til en hypotese om mulig felles biosyntesevei for de to forbindelsene. I actinomyceter er det vist at geosmin og 2-MIB

Continuous culture

Specific growth rate $\mu(\text{h}^{-1}) = 0.006$

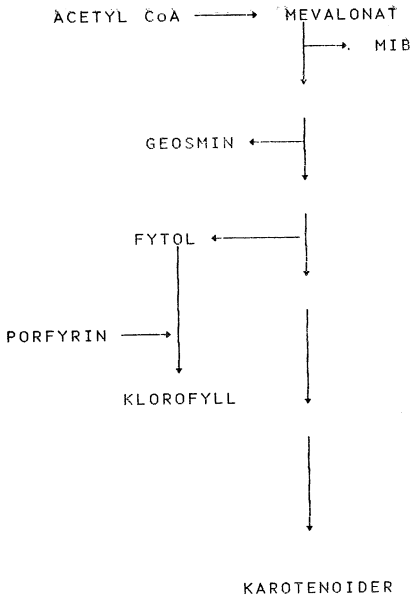


Figur 3. Innholdet av geosmin og klorofyll i *O. brevis* ved forskjellige lysintensiteter.

lages via den isoprenoide biosyntesevei. Denne synteseveien brukes i blågrønnalger for bl.a. å lage den ene delen av klorofyll molekylet (fytol-halen) og pigmentgruppen karotenoider, se Fig. 4.

Senere forsøk har gitt god støtte til hypotesen om at geosmin lages via den isoprenoide biosynteseveien i *O. brevis*.

Dersom geosminsyntesen er knyttet til pigmentsyntesen, er lys en viktig faktor siden blågrønnalger har den meget spesielle evnen å kunne variere pigmentinnholdet etter lyskvalitet og lyskvantitet. Dette kan være viktig informasjon å ha i tankene når f.eks. et vanninntak for et vannverk skal planlegges.



Figur 4.
Biosyntesevei for geosmin, 2-MIB og pigmentene klorofyll og karotenoider.

Hvilket dyp er mest gunstig?

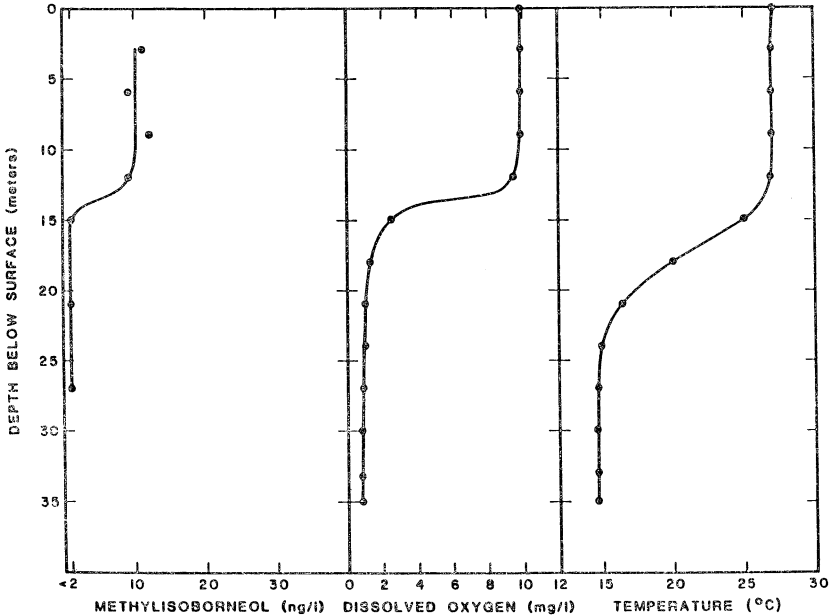
Går man dypere enn sonen hvor blågrønnalger kan leve, kan problemet med actinomyceter (bakterier som kan leve uten lys) enda være tilstede.

Det har også vist seg at det ikke alltid er tilstrekkelig å unngå sonen hvor geosmin/2-MIB produseres.

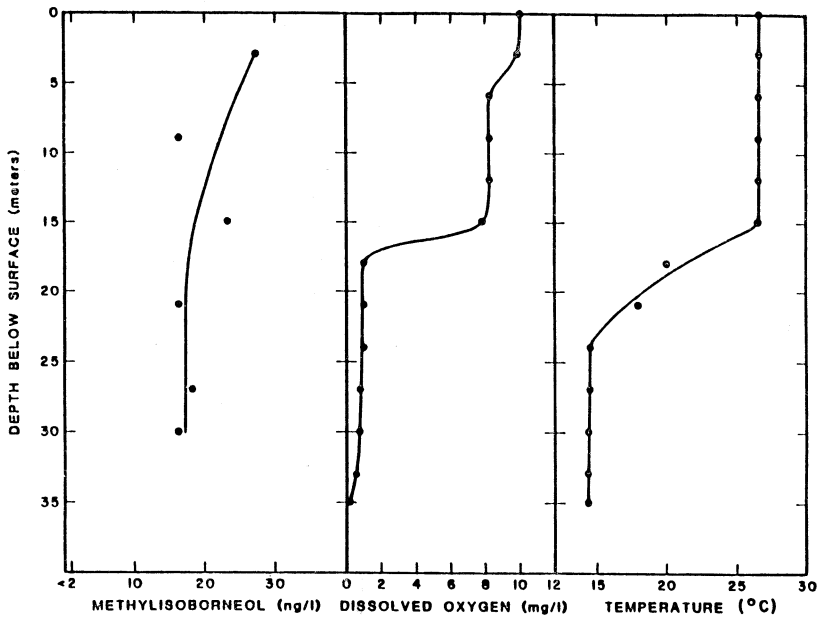
Forsøk fra Mathew-sjøen som er hovedreservoar for Metropolitan vannverket i Sør California, viser at 2-MIB lett fordeles jevnt i vannmassene etter en viss tid uten at en fysisk omrøring av vannmassene har forekommet (jfr. kurvene for oksygen og temperatur i Fig. 5, 6 og 7).

Hoveddelen av algeveksten foregikk ved 2—9 meters dyp, dette vises ved at hovedkonsentrasjonen av MIB forekommer i denne sonen (Fig. 5).

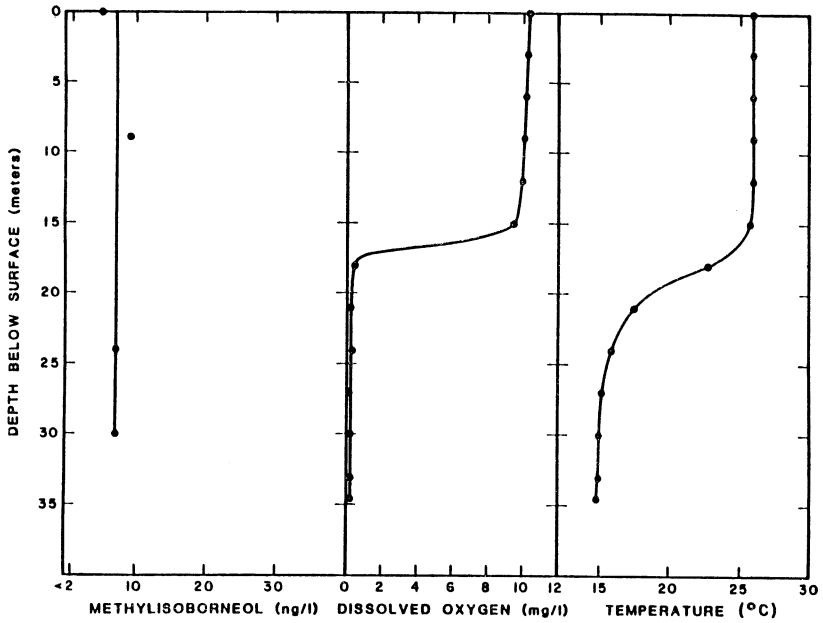
Etter 3—3 1/2 mnd. er MIB-gradienten forsvunnet og forbindelsen er fullstendig blandet i vannmassene (Fig. 7).



Figur 5. Mathew-sjøens dybdeprofil 8/6—11/6 1981 (McGuire et al., 1983).



Figur 6. Mathevsjøens dybdeprofil 9/9 1981 (McGuire et al., 1983).



Figur 7. Mathevsjøens dybdeprofil 22/9 1981 (McGuire et al., 1983).

Viktige spørsmål å stille seg angående geosmin/2-MIB produksjonen relatert til vannbehandling er følgende: Hvor finnes hovedmengden av geosmin/2-MIB? Inni cellene, bundet til overflaten av cellene og/ eller fritt i vannmassene?

Skilles stoffene aktivt ut eller frigjøres geosmin/2-MIB kun ved ødeleggelse og død av organismene.

<i>Prøve</i>	<i>ng geosmin/μg tørrvekt</i>
Kultur 1	0.41
Filtrat 1	0.18
Kultur 2	0.37
Filtrat 2	0.11

Tabell 1.

Konsentrasjon av geosmin i kulturen (celler + medium) sammenliknet med filtratet (kultur — celler).

Foreløpige forsøk viser at mesteparten av geosminen er inni cellene, men mengden utenfor (i mediet) kan bli opptil 50% av total konsentrasjon (tabell 1). Det er også mulig at denne prosentdelen kontrolleres av ytre faktorer.

Vissheten om at store mengder geosmin forekommer inni cellene gjør at metoder for begrensnng av algeoppblomstring bør vurderes. Fører metoden til død og ødeleggelse av organismene, bør man ha en egnet vannbehandlingsmetode (f.eks. behandling med aktivt kull) dersom metoden iverksettes. Hvis ikke, vil problemet med lukt/smak på vannet i en viss periode bli enda større.

Vi får håpe ut fra en biokjemisk og fysiologisk forståelse av geosmin/2-MIB produksjonen samt kommende resultater fra pilotanlegget på Stange at en ny 1976-situasjon kan unngås.