

# Dialysekultur av planteplankton – anvendelsesmuligheter i forurensningsstudier

*Dr.techn. Arne Jensen*

Arne Jensen er ansatt ved NTNF's Institutt for marin biokjemi, Trondheim, NTH.

Ved Norsk institutt for tang- og tareforskning ble det mange år arbeidet med organismers samspill med omgivelsene. Særlig interesserte vi oss for den gjensidige sammenheng mellom algenes kjemi og miljøets påvirkning; det være seg årstidsvariasjoner eller reaksjoner på vannets sammensetning. Mens vi som institutt for tang- og tareforskning hovedsakelig arbeidet med store, bentiske alger, har vi i de senere år, etter at vi skiftet navn til NTNF's Institutt for marin biokjemi, også beskjeftiget oss en god del med mikroskopiske alger. En del av aktiviteten vedrører emner som i dag kalles forurensningsforskning.

De millioner av kjemiske forbindelser som eksisterer, naturlige eller syntetiske, kan fra et forurensnings-synspunkt deles i tre grupper: de livsnødvendige — de nøytrale eller ikke utnyttbare — og de toksiske eller mer eller mindre livshemmende. Det er viktig å plassere et forurensningsselement i sin riktige skuff, fordi følger av og angrep på et problem helt avhenger av hvilken kategori forurensningsfaktoren tilhører. Forurensning vil i alle tilfelle si en til-

førsel som går signifikant ut over det naturlige nivå. En økning av livsnødvendige faktorer, f.eks. næringssalter, kan føre til overproduksjon. Eutrofieringsfenomener hører hjemme her. Økning av toksiske forbindelser fører gjerne til redusert produksjon eller til og med til død. Selv om eutrofiering er et stygt ord som til stadighet dukker opp i radio og presse, er det forgiftninger med resulterende nedsatt produksjon og svinnende bestander som har tiltrukket seg mesteparten av oppmerksomheten hittil. Man skal imidlertid ikke glemme at eutrofieringsproblemene er minst like viktige, og det kan være langt vanskeligere å redusere for ikke å si stoppe tilførsel av nærings-salter enn av giftstoff. I mange tilfelle kan vi stoppe utslipp av toksiske forbindelser. Vi kan avbryte bruken av DDT, og erstatte kvikksølvforbindelser med andre, mindre giftige stoff. Vi kan ta vare på kobber bly og andre tungmetaller. Men vi kan vanskelig redusere avrenning fra stadig mer intens drevne jordbruksarealer, og det vil koste enorme summer å redusere utslipp av uorganiske næringssalter fra biologiske rense-

anlegg for kloakkvann. Eutrofieringen vil med andre ord høyst sannsynlig øke i tiden som kommer. Egentlig er det ganske ironisk at eutrofiering, som i virkeligheten bunner i overproduksjon, skal være et problem i en verden hvor store deler av menneskeheten lever på sultegrensen.

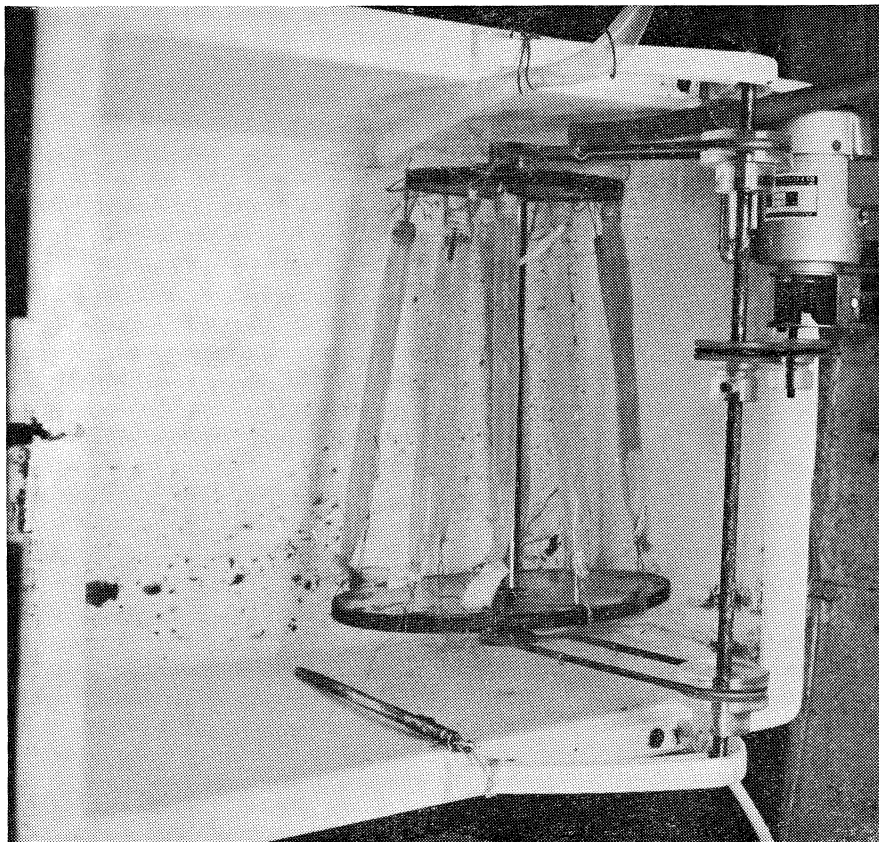
Både når det gjelder å utnytte overskytende næringssalter og når man ønsker å overvåke forekomsten av toksiske forurensningsfaktorer kan de marine alger utnyttes og komme til nytte på flere måter. La oss i forbifarten huske at de marine alger er primærprodusentene som alt liv i havet er avhengig av. Vesentlige innskrenkninger i algeproduksjonen vil få katastrofale følger for livet på jorden i sin alminnelighet.

Først kan vi ta for oss algenes reaksjoner på toksiske forbindelser. Det er vist at planktoniske alger gror langsommere og får nedsatt sin fotosyntetiske aktivitet ved nærvær av selv ganske små mengder av kvikksølvorganiske forbindelser og DDT. Det er også funnet at enkelte bentiske såvel som planktoniske alger reagerer med nedsatt vekst på tungmetaller i mediet. Man kan derfor bruke algekulturer til å undersøke om en vannmasse er belastet over den toksiske grense, ved å benytte vannet som medium for testalger, etter tilsats av hovednæringssalter og eventuelt vitaminer. Nærvær av hemstoff skal da gi redusert vekst eller nedsatt produksjon i en såkalt bioassay. Nå kan det imidlertid innvendes at en vanlig bioassay som utføres med et begrenset volum av

vannprøven i et laboratorium ikke nødvendigvis vil gi et riktig bilde av forholdene i naturen. For det første blir gjerne både lys, temperatur og salinitet samt rytmikken endret, og dessuten er tilgangen på hemstoffet sterkt begrenset ved en vanlig bioassay. Dette siste er særlig viktig om hemstoffet på noe vis akkumuleres eller bindes av organismene.

I et begrenset volum i en vanlig bioassay vil det ikke være mulig å få i stand en anrikning utover de små mengder som finnes i kulturmediet. I naturen har organismene en helt annen adgang til å akkumulere komponenter fra betydelige vannvolumer. Det vi ønsker er med andre ord en kultur under naturlige forhold og med åpne transportmuligheter for hemstoff og andre kjemiske komponenter.

Ad omveier har vi faktisk kommet frem til en slik teknikk, og metoden har vært utprøvet et års tid i Trondheimsfjordvann, både i felten og i laboratoriet. Løsningen ligger ganske enkelt i å gro testalgene inne i dialyseposer som kan plaseres i sjøen eller i rennende sjøvann i akvarier. Testalgene inokuleres i dialyseposer som henges opp mellom to plastikkhjul av ulike diameter (Fig. 1). Når hjulene som roterer langsomt om en aksel bringer pølsene med rundt, vil en luftblære i pølsen, eller et par-tre glassperler, sørge for god omrøring inne i kulturen. Dette sammen med bevegelsen gjennom vannet i akvariet vil gi tilfredsstillende massetransport. Algene vil bli utsatt for de samme fysiske og kjemiske forhold som påvirker de naturlige bestander



i sjøen dersom man setter pølsene ut i felten, eller man kan drive dem frem under standardiserte lys- og temperaturbetingelser i akvarier, hvor vannkvaliteten kan holdes identisk med den som hersker i sjøen. En annen stor fordel med dialysekulturene er at de enkelte kulturer kan stå ute i minst 14 dager og gir en kontinuerlig overvåking av vann-

kvaliteten, mens man ved den vanlige bioassay-teknikk må ta prøver i hvert fall én gang om dagen og kjøre vekstprøver over en uke eller to på hver vannprøve.

Etter ett års drift ved den biologiske stasjon i Trondheim vet vi at vannet i fjorden tillater god vekst av planktoniske alger året rundt, bortsett fra et par korte perioder, som

virker mistenkelige. Sent i fjor høst døde samtlige kulturer i pølsene, og i høst noterte vi én uke med dårlig vekst. Alle de utsatte kulturer viste redusert vekst. En serie ble stoppet på dette tidspunkt og kunne ikke følges videre, mens resten av kulturene gjenopptok veksten uken etter. Vi vet ikke hva som lå bak disse utslagene, men det aner oss at et eller annet hemmende stoff hadde nådd kritiske grenser. Vi har nettopp startet opp en serie belastningsforsøk med tungmetaller til dialysekulturer for å fastlegge hvilke konsentrasjoner fjordvannet kan bære før algene reagerer. Forsøk med organiske forurensningskomponenter, som f.eks. vannløselige ugressmidler står på programmet.

Det skisserte prosjekt som har støtte fra Universitetet i Trondheim, gjennom KOMMIT, tar sikte på å studere hemmende virkninger av giftige forurensningsfaktorer. Nå vil også metoden gi opplysninger om gjødslingsnivået for vannmassene om de er fri for hemstoff. Ved høyere innhold av næringssalter gror algene i dialysepølsene hurtig og når store celletettheter, mens vekst og endelig celletall pr. volumenhet blir lavere i fattigere vann. Vi har allerede sett dette klart ved sammenligning av vann fra 1 og 30 m's dyp. Tidlig på våren får vi rask vekst i vann fra begge dyp. Den begrensende faktor, som er nitratinnholdet i sjøen, er høyt i hele vannsøylen. Etter som vekst av planteplankton i fjordens øvre vannmasser tar ut mesteparten av nitratet der, blir 1 m's vannet et fattigere og fattigere substrat, og vekst-

kurvene for dialysekulturene i 1 og 30 m's vann spriker mer og mer. Det er 1 m-kurven som blir mer og mer horisontal. Utpå høsten blir det så mer nitrat i 1 m's vannet fordi algeveksten i sjøen nå er minimal, mens en viss tilførsel av nitrat opprettholdes, og vekstkurvene for dialysekulturene nærmer seg hverandre igjen, for å falle sammen utpå senhøsten.

Om man ønsker det kan man sette opp en referansekultur som gror i en standardisert næringssaltesløsning som gir optimal vekst (Guillard's  $f/2$ ) og derved fastlegge hvor de vannkvaliteter man tester ligger i forhold til de optimale betingelser. Man kan med andre ord få et mål for gjødslingsgraden, og man kan holde øye med denne siden av forurensningene på en kontinuerlig måte.

Vi oppnår meget tette kulturer ved denne dialyseteknikken, opptil 10—100 ganger tettere enn batchkulturer i gode næringssalter. Dette antyder at alger i dialysesystemer kan ta opp næringssalter meget effektivt gjennom membraner, og målinger har vist at næringssaltkonsentrasjonen utenfor membranen kan bli svært lav. Når det gjelder nitrat har vi i laboratorieforsøk fått meget rask vekst ned til meget lave nitratinnhold. Vi har derfor sett muligheten for å bruke alger til å fjerne næringssalter fra forurensede vannmasser. Kan vi så høste algene og nyttiggjøre oss det organiske materiale som er skapt, er vi kommet over på en fornuftig måte å løse eutrofieringsproblemene på.

Som nevnt tidligere er det noe ironisk at overproduksjon av plante-masse skal være et problem i dag. Vi

burde heller utnytte denne produksjonen enn prøve å stoppe den. Et av de store problemene ved å utnytte en utrofieringssituasjon ligger i de store fortyninger den organiske vekst som følger vanligvis får. Det er helt ulønnsomt i dag å høste selv den tetteste planktonblomstring i sjøen fordi suppen er for tynn. Det lønner seg ikke å separere fra alt vannet. Her er det mulig at dialyseteknikken kan endre situasjonen. Dersom vi også under praktiske forhold kan komme én tierpotens høyere i cellekonsentrasjon ved hjelp av dialysekulturer, sett i forhold til vanlig batch, blir økonomien en helt annen. Vi studerer for tiden hastigheten for masseoverføring gjennom membraner og prøver å fastlegge veksthastigheter og endelige konsentrasjoner av algekulturer i dialyseapparater. Håpet er å komme frem til en pilot-apparatur som kan gi oss opplysninger om hvorvidt teknikken kan oppskaleres til teknisk interessant størrelse med henblikk på å fjerne næringsalter fra f.eks. biologisk rensket kloakkvann og næringsstoffanrikede avfallsvann fra industrien.

Man kan selvsagt også godt tenke

seg å overlate høstingen av planteplanktonet til østers, blåskjell eller planteetende fisk, som arbeider gratis. Siden de forurensende nærings-saltene i avfallsvannet har negativ verdi, dvs. det vil koste penger å fjerne dem uansett hvilken måte man velger, kan produksjonen av muslinger eller fisk totalt bli økonomisk, selv om enkelte trinn går med under-skudd. Dessuten hadde vi tenkt det skulle brukes genetisk forbedrede organismer med overlegen evne til å ta opp fôr og med rekordhøye tilveksthastigheter. Det må imidlertid være helt klart at fra et vannrensningssynspunkt er bruken av førsteordens konsumenter til å høste algene et tilbakeskritt, idet 9/10 av nærings-saltene som algene bandt derved går tilbake til de vannmasser man skulle rense.

For ordens skyld bør det kanskje bemerkes at dialyseteknikken selvsagt ikke er bundet til vann med så meget salter i at det blir kalt sjøvann. Metoden er fullt anvendbar også når saltkonsentrasjonene faller ned mot nivået i destillert vann, altså i ferskvann.