

Hvordan påvirker legemiddelbruken miljøet i og omkring oppdrettsanleggene?

Av Pål Jacobsen

Pål Jacobsen er veterinær og ansatt som forsker på NIVA.

SAMMENDRAG

Medikamentbruken i oppdrettsnæringen har tidvis blitt fokusert sterkt i media. Miljøeffektene er i liten grad dokumentert, og har ved gode lokaliteter trolig liten betydning bortsett fra i nærsonen rundt det enkelte oppdrettsanlegg. Bruk av antibiotika og pesticider reduserer nedbrytningshastigheten av organisk stoff i sedimentene og øker risikoen for anoksisk slam. Bruk av antibiotika øker andelen av resistente bakterier i miljøet og risikoen for at resistens overføres til fiskepatogener.

INNLEDNING

Det stadig økende totalforbruket av medikamenter i norsk oppdrettsnæring er et tema som stadig blir gjenstand for presseomtale. Mange har spådd næringens undergang på grunn av sykdomsproblemer og medisinerbruk. Forskningsinnsatsen innen feltet står ikke i forhold til antall avisspalter. Negative effekter av medisinerbruk på omgivelsene er i liten grad dokumentert, men også lite utforsket.

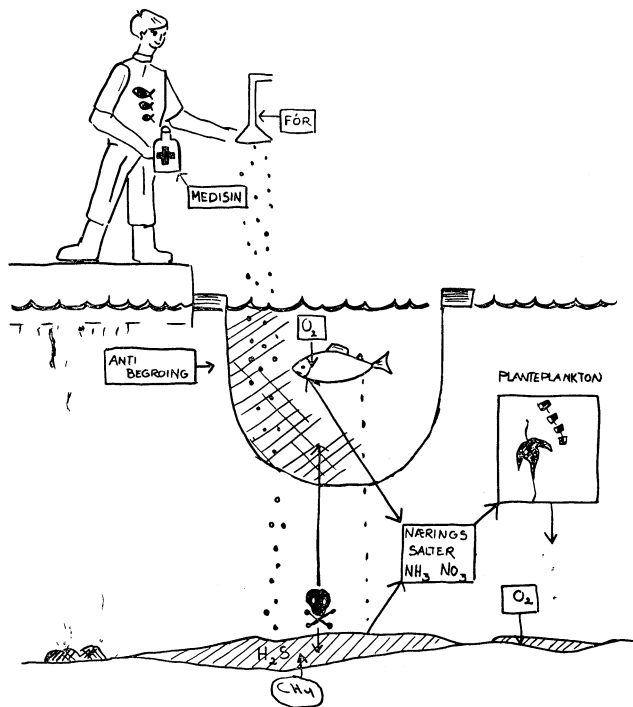
Forurensning fra oppdrettsanlegg kan grovt deles i tre kategorier: organisk stoff, næringssalter og pro-

blemavfall. Problemafall omfatter medikamenter, kjemikalier (f.eks. notimpregneringsmidler) og patogener. For alle kategorier (muligens med unntak av patogener) gjelder det at en til nå i liten utstrekning har sett effekter i større avstand enn ca. 100 m fra oppdrettsanlegg i sjøvann. De lokale effekter kan imidlertid være betydelige.

NEDBRYTNING AV ORGANISK STOFF

Havbunnen under mærene tilføres store mengder organisk stoff, hovedsakelig i form av fôrspill og feces. Nedbrytningen i sedimentene foregår overveiende mikrobielt. Mikroorganismene er avhengige av en elektronakseptor. Hvilke organismer samfunn som utvikles avhenger blant annet av hvilke elektronakseptorer som er tilstede. Samfunnet sammensetning vil derfor være ulik på forskjellige dyp i sedimentene, og varierer fra lokalitet til lokalitet. Etter en desimring av mikroorganismene, for eksempel ved antibiotikabehandling, tar det tid før mikrofloraen normaliseres og organisk stoff igjen nedbrytes effektivt. Slamlagets tykkelse vil i denne perioden øke.

Figur 1. Oppdrettsvirksomheten belaster det akvatiske miljø. (E. Rydin).



Fritt oksygen reduseres først, siden reduseres i tur og orden nitrat-N, sulfat-S og karbondioksyd-C. I fravær av oksygen dannes en del stoffer som er toksisk for fisk, for eksempel ammoniakk og hydrogen-sulfid. Red-oks-potensialet i slammet kan gi indikasjon på hvilke prosesser som dominerer og hvilke reaksjonsprodukter som kan forventes. På gode lokaliteter med gode strøm- og bunnforhold er risikoen for utvikling av anoksisk slam liten. På skjermete lokaliteter, for eksempel terskelfjorder og poller, kan am-

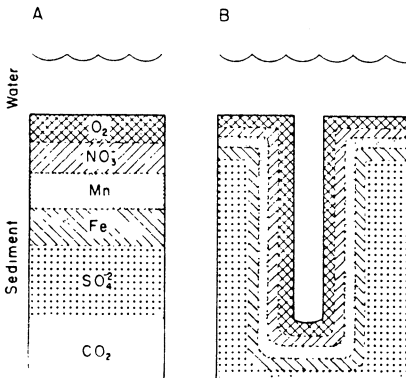
moniakkutvikling i sedimentene forårsake gjelleskader og redusert tilvekst. Hydrogensulfid i konsentrasjoner over 1 ppm kan forårsake fiskedød (Pedersen et al., 1982). 2 ppb er antydnet som grenseverdi for subletale effekter i ferskvann (Train, 1979).

Bunnfaunaen i sedimentene (børstemark, krepsdyr etc.) har en lignende funksjon som meitemark i hagejord. Omsetbarheten av organisk stoff økes, og ved dyrenes graving blir slammet mer porøst. Større deler av sedimentene eksponeres

for oksygenholdig vann, og nedbrytningshastigheten øker. En toksisk påvirkning av bunndyrene resulterer derfor i redusert nedbrytningshastighet og økt risiko for oksygen-svikt i sedimentene.

Figur 2. (Etter: Aller, 1982)

- A: Vertikal sonering av tilgjengelige elektronakseptorer i sediment.
 B: Graverende organismer forårsaker økt porøsitet og mer aerob nedbrytning.



Selv om en måler konsentrasjoner i ng-nivå er det på gode lokaliteter ikke vist forurensningseffekter av matfiskanlegg lenger enn noen få titalls meter fra mærkanten. På mindre gode lokaliteter kan anleggets nærmiljø forurennes kraftig, med effekter på oppdrettsfiskens helsetilstand og tilvekst som følge. Det er vist en signifikant korrelasjon mellom cortisolkonsentrasjonene i fiskeblod og organisk innhold i topplaget av sedimenter fra oppdrettsanlegg. (Frogh et al., 1985). En regner med at cortisolinnholdet i blod øker ved stresstilstander.

Laksefisk er følsomme indikatororganismer for forurensning, anlegg

som forurenses sitt nærmiljø ødelegger derfor sitt eksistensgrunnlag.

MILJØEFFEKTER AV ANTIBIOTIKA

Forekomst::

Det ble i 1986 brukt ca. 18 tonn antibiotika i norsk fiskeoppdrett. Antibiotika tilføres i form av medisinfor, og beregninger har vist at 70—80% av medikamentet før eller siden tilføres det marine miljø. En stor del er partikkelbundet (fôr og feces) og sedimenterer derfor under oppdrettsanlegget. Jacobsen & Berglind (in press) påviste oksytetracyclin (OTC) i 7 av 8 sedimentprøver fra oppdrettsanlegg. I en prøve som ble tatt 12 uker etter medisineringsvar konsentrasjonen 4.9 mg OTC/kg tørrvekt. MIC-verdien (MIC betyr Minimum Inhibitory Concentration) for OTC overfor *Vibrio anguillarum* er mindre enn 1.56 mg/l (Ledo et al., 1978).

En andel av medikamentet vil foreligge i løst form eller bundet til finpartikulært materiale. Det vil derfor fraktes med strømmen vekk fra anlegget. Det er funnet oksytetracyclin i blåskjell 80 m fra utfôringsstedet (Møster, 1986). I samme undersøkelse ble det beregnet en halveringstid for OTC i blåskjell på 8.5 døgn ved 5.2+/- 1.0°C.

Faremomenter:

Resistensutvikling hos marine bakterier

Antall miljøbakterier reduseres under medisinerings av fisk, samtidig som frekvensen av antibiotikaresistente stammer øker. En regner med at flere av de bakterier som

forårsaker sykdom hos oppdrettsfisk finnes normalt i det marine miljø. En del av disse er bærere av resistensfaktorer for antibiotika. Ved antibiotikabruk vil det skje en seleksjon, og risikoen for at den sykdomsfremkallende bakterien er resistent mot en eller flere typer antibiotika øker. Aoki et al. (1985) fant at 111 av 139 isolater av *Vibrio anguillarum* fra oppdrettsfisken ayu *Plecoglossus altivelis* var resistente mot tetracycliner. Overføring av resistensplasmider fra miljøbakterier til patogener er også beskrevet. (Toranzo et al., 1984).

Næringsmiddelhygiene

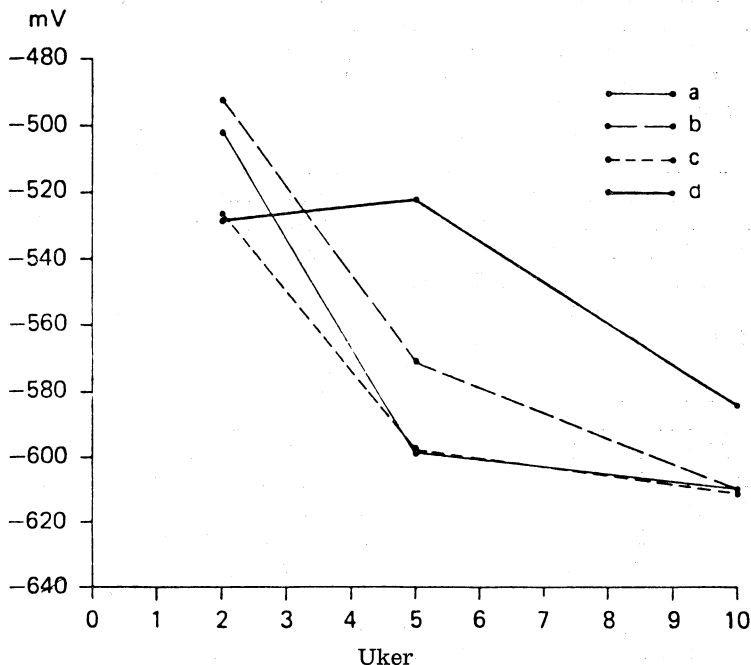
Villfisk, skjell og krepsdyr i nærheten av oppdrettsanlegget kan ta opp forpartikler som inneholder antibiotika. Spesielt villfisken, som ikke er stasjonær, kan en vanskelig hindre at går til konsum.

Påvirkning av bunnfaunaen under mærene

Endring av mikroorganismesamfunnet kan gi forsinket nedbrytning og/eller toksiske nedbrytningsprodukter. En undersøkelse ved NIVA (Jacobsen & Berglund, in press) konkluderte med at risikoen for H₂S-

Figur 3. Red-oks-potensiale målt med sulfid-elektrode. Sulfid-innholdet var 10—100 ganger høyere i tankene som inneholdt antibiotika.

a, b, c: tanker med h.h.v. OTC, furazolidon, Tribriksen.
d: kontroll.



utvikling er høyere i slam som inneholder antibiotika enn i ikke-kontaminert slam. Det ble registrert lavere red-oks-potensiale i sedimenteringstanker som inneholdt antibiotika enn i kontrolltanken. Tankene ble kontinuerlig tilført like mengder avløpsvann fra fiskekar. Muligens beror forskjellene på at slammene under påvirkning av antibiotika utviklet en annen konsistens, idet slammene var mer geleaktige i tankene som inneholdt antibiotika.

MILJØEFFEKTER AV PESTICIDER

Forekomst:

Forbruket av organofosfater (Neguvon og Nuvan) i norsk fiskeoppdrett i 1986 var ca 30 tonn. Neguvon inneholder triklorfon som i vandig løsning omdannes til diklorvos. Diklorvos er aktiv substans ved behandling med Neguvon og Nuvan. Fram til -87 har Neguvon dominert markedet, mens det nå ser ut til at det rene diklorvospreparatet Nuvan overtar stadig større markedsandeler. Brukskonsentrasjonen for Nuvan er i størrelsesorden 10 til 100 ganger lavere enn for Neguvon. Dersom en forutsetter at de to midlene brukes på samme måte representerer denne forskyvningen klare miljømessige fordeler.

Biologisk bekjempning av lakselus er foreslått som et alternativ til behandling med diklorvos. Man tenker seg at visse typer fisk som spiser lakselus skal holdes sammen med laksen i mærene. Foreløpig ser det ut til å være langt fram før dette konseptet kan presenteres som et alternativ til medikamentell behand-

ling. Trolig må en regne med økt bruk av diklorvospreparater de nærmeste årene, før nye, og forhåpentligvis mindre toksiske preparater blir tilgjengelige.

Faremomenter:

Generelt har organofosfater relativt kort halveringstid i akvatisk miljø. Halveringstiden for diklorvos i sjøvann ved 10°C er ca. 4—5 døgn. Bioakkumulasjon er ikke rapportert og neppe aktuelt ved det behandlingsregime som praktiseres ved oppdrettsanlegg. Miljøeffektene er derfor knyttet til midlenes akutte toksisitet overfor organismer i anleggenes nærmiljø. Det er også mulig at enkelte av nedbrytningsproduktene kan være toksiske. I og med at organofosfater virker ved å hemme enzymet acetylcholinesterase forventer en hovedsakelig effekt på organismer som benytter acetylcholin som transmittersubstans, d.v.s. krepsdyr, fisk og andre «høyerestående» organismer.

Flere typer krepsdyr er aktive gravere, og bidrar i høy grad til materialtransporten i sedimentene. En vil tro at en toksisk påvirkning av disse organismene reduserer nedbrytningshastigheten av organisk stoff og øker risikoen for anoksisk slam.

Det er vist at Neguvon og Nuvan i relativt lave konsentrasjoner dreper krabbe, blåskjell og hummer, forutsatt at eksponeringstiden er tilstrekkelig lang. Ved bruk av organofosfater i oppdrettsanlegg risikerer en at disse dyrene utrykkes i nærsone rundt anlegget. (Egidius & Møster, 1987).

REFERANSER

- Aoki, T., Kanazawi, T. & Kitao, T.: Epidemiological surveillance of drug resistant *Vibrio anguillarum* strains. *Fish Pathology*, 20, 199—205. 1985.
- Aller, R. C.: The Effects of Macrobenthos on Chemical Properties of Marine Sediment and Overlying Water. In: McCall, P. L. and Tevesz, M. J. S.: *Animal-Sediment Relations*. Plenum Publishing Corporation, 1982.
- Egidius, E. & Møster, B.: Effect of Neguvon and Nuvan treatment on crabs (*Cancer pagarus*, *C. maenas*), lobster (*Homarus gammarus*) and blue mussel (*Mytilus edulis*). *Aquaculture*, 60, 165—168, 1987.
- Frogh, M., Mohus, Å., Sagen, T., Sivertsen, K. & Skreslet, S.: Forurensning i fiskeoppdrett i Herøy, Nordlandforskning, rapport nr. 3, 1985.
- Jacobsen, P. & Berglund, L.: Persistence of oxytetracyclin in sediments from fish farms. In press.
- Ledo, A., Dopazo, C. P., Romalde, J.L., Toranzo, A. E. & Barja, J. L.: Effectiveness of different chemotherapeutic agents for controlling bacterial fish diseases. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 7, 20—22, 1985.
- Møster, G.: Bruk av antibiotika i fiskeoppdrett. Studentarbeid ved Sogn og Fjordane distriktshøgskule, 1986.
- Pedersen, A., Leffertstra, H., Gjedrem, T., Wallace, J., Underdal, B., Haugen, J. N., Aure, J., Eggereidet, A. & Blom, A.: Miljøpåvirkning fra fiskeoppdrett. NIVA-rapport FP-80802. 1982.
- Toranzo, A. E., Combarro, P., Lemos, M. L. & Barja, J. L.: Plasmid coding for transferable drug resistance in bacteria isolated from cultured rainbow trout. *Appl. Environ. Microbiol.*, 8, 872—877, 1984. ?
- Train, R. E.: *Quality criteria for water*. Castle House Publications Ltd., London and Worcester, 1979.