

Fra vann til blod

Av Anders Karlsson

Anders Karlsson er forskningsassistent ved Norsk institutt for vannforskning og stipendiat ved Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Sammendrag

Fiskeblod, og da spesielt arterieblod, kan egne seg godt til å gi et bilde av hva slags vannkvalitet fisk lever i. Dette fordi fiskens blod for mange vannkvalitetsparametere speiler innholdet i vannet. I tillegg kan fiskens blod gi oss informasjon om hvordan vannkvaliteten påvirker fisken ved å observere endringer over tid, for eksempel når en ny vannkvalitet blir introdusert. For at det skal være mulig å få blodprøver fra en og samme fisk over lengre tid og som i tillegg er upåvirket av stresset en vanlig blodprøvetaking påfører fisken, trenger vi metoder for og kateterisere fiskens blodårer. Denne artikkelen beskriver aktuelle kateteriseringsteknikker.

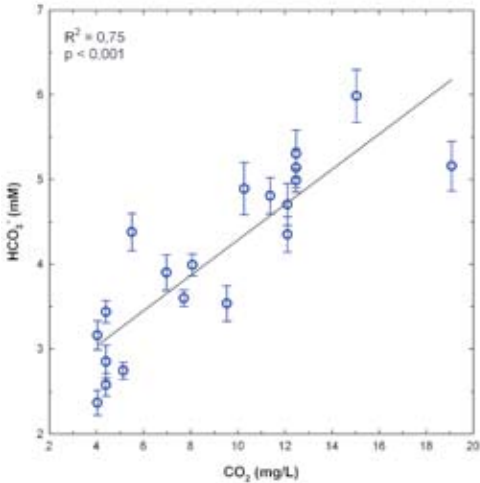
Summary

Fish blood, in particular arterial blood, is a good indicator of the water quality the fish is being exposed to. That is because many water quality parameters are mirrored in the blood of fish. Additionally, fish blood can yield information about how the water quality is affecting fish over time, e.g. when a new water quality is being introduced to the fish. In

order to obtain representative blood samples from unstressed, free swimming fish, methods for cannulation of fish blood vessels are an absolute necessity.

Vannkvalitet og fiskeblod

Når det skjer endringer i fiskens ytre miljø (vannkvalitet) kan det også påvirke fiskens indre miljø (fysiologi), og for mange parametere vil man kunne måle dette ved å se på endringer i fiskens blod. Spesielt det arterielle blodet, som hos fisk kommer rett fra gjellene, er utsatt for forandringer som speiler vannkvaliteten. Blant annet innholdet av oksygen (O₂) og karbondioksid (CO₂) i vannet vil speiles i fiskens blod. Figur 1 viser et eksempel på hvordan CO₂ i vannet påvirker bikarbonatkonsentrasjonen i fiskens blod. Data er her hentet fra kommersielle oppdrettskar med ferskvann. Temperatur varierte mellom 2,7 og 3,7 grader. Hvert punkt med feilfelt (gjennomsnitt ± standardfeil) representerer 15 individer. Data er hentet fra forsøk gjort i Forskningsrådsprosjektet "Moderne settefiskproduksjon av laks" (172514/S40).



Figur 1. Forholdet mellom fritt karbondioksid (CO₂) i vannet og bikarbonat (HCO₃⁻) i fiskeblod.

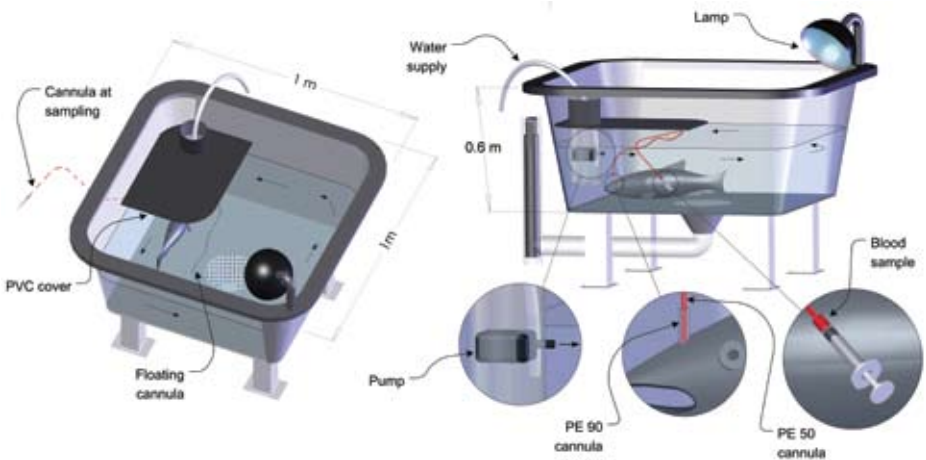
Prøvetakingsmetoder

Vanlig blodprøvetaking av fisk innebærer først håving av fisken, ofte fra et kar med mange individer. Håvingen vil derfor også kunne stresse de andre indivi-

dene. Etter håving følger bedøving og/eller avliving, og til slutt blodprøvetaking. Blodprøven tas gjerne fra en haleblodåre der en er usikker på om en prøvetar arterielt eller venøst blod. Disse prosedyrene kan endre fiskens blod slik at verdiene av enkelt parametere (eksempelvis pH, blodgasser og bikarbonat) ikke lenger er representative.

For å kunne ta representative blodprøver av frittstående, ustressede fisk er det nødvendig å kateterisere en blodåre, slik at prøvene kan tas uten å forstyrre fisken. Dette gjøres best i kar som er designet spesifikt for å huse enkeltfisk, og der en har tatt hensyn til at blodprøver kan tas fra fisken slik at den merker så lite som mulig. Figur 2 viser et eksempel på kar designet for studier med kateterisert fisk.

Når en bruker kateterisert fisk er det mulig å ta gjentatte målinger fra hvert individ. Gjentatte prøvetakinger gjør at en kan klare seg med færre individer enn



Figur 2. Kar designet til studier med bruk av kateterisert fisk (Djordjevic et al., 2009).

i tradisjonelle forsøk med fisk, noe som er fordelaktig og en riktig vei å gå ut i fra en etisk betraktning rundt bruk av forsøksdyr. Stressrelaterede variasjoner vil bli redusert med slik prøvetaking. Gjentatte prøvetakinger av samme individ under forskjellige forhold gir også sterkere data enn prøver av forskjellige individer under forskjellige forhold.

Vannets pH og alkalinitet, og innhold av blant annet oksygen, karbondioksid, ammoniakk og andre nitrogenforbindelser, kan alene eller i kombinasjon påvirke fiskens fysiologi. For eksempel vil lave konsentrasjoner av oksygen, alene eller i kombinasjon med høye konsentrasjoner av karbondioksid, gjøre at fisken reduserer sin metabolske aktivitet noe som fører til redusert vekst på lang sikt.

Lav alkalinitet i vannet er vanlig i norske vassdrag. Lav alkalinitet gir lav bufferkapasitet i vannet, som igjen kan lede til raske pH-forandringer, som er ugunstig for fisk. I tillegg har det blitt vist at lav hardhet i vannet påvirker fiskens fysiologi ved at evnen til å ta opp oksygen blir redusert ved lave oksygenkonsentrasjoner sammenlignet med vann med høyere hardhet (se Perry (1998) for gjennomgang av litteratur).

Tidligere har effekten av vannkvalitet vært et av de forhold som har vært mest vanlig å undersøke i studier med kateterisert fisk, hovedsakelig fordi forandringer i vannkvaliteten kan gi opphav til, og avdekke, fysiologiske responser. Her åpner det seg nye muligheter til blant annet å bruke fisk til å kontrollere hvilken vannkvalitet som gir optimale forhold for fisken over tid. Resultatene kan brukes for

å optimalisere miljøet til fisken i oppdrettssammenheng. Slik vil en kunne gå over fra å gi indikasjoner på hva fisken behøver for ikke å stryke med, til å kunne anbefale en vannkvalitet der fisken har det best mulig. Det gir fordeler ved av at fisk i oppdrett kan få det bedre. En vil også kunne redusere antall forsøksdyr hvis en bruker disse metodene effektivt.

Utfordringene knyttet til vannkvalitet ved resirkulering er spesielt aktuelle. Men også simulering av vannkvalitet i høyintensive systemer og transportsituasjoner er områder der kateteriseringsteknikkene kan brukes.

Vann behandlet med ozon eller UV-stråling for desinfeksjon kan skape nye og hittil ukjente problemer for oppdrettsfisken, både under produksjon, transport og slaktning. Her kan kateteriseringsteknikkene komme til nytte da det er mulig å utsette enkeltfisk for mange behandlinger og se på hvordan de reagerer. I tillegg til dette vil nok kateteriseringsteknikkene også bli brukt i opptaksstudier, for eksempel for å undersøke opptak av miljøgifter fra vannet eller næringsstoffer fra maten (McLean & Ash, 1989; Eliason *et al.*, 2007) til blodet hos fisk.

Aktuelle kateteriseringsteknikker

Tidligere har kateterisering av fiskens hovedarterie, dorsal aorta (DA), vært den desidert vanligste kateteriseringsteknikken (se Djordjevic *et al.* (2009) for litteratur og metode). Den er også en av de mest anvendelige og minst inngripende av kateteriseringsteknikkene.

I grove trekk går kateteriseringen ut på å plassere enden av en tynn plastslange et par cm inne i DA, og så føre den andre enden av slangen videre fra munnhulen opp gjennom snutebrusket og ut på oversiden foran ”neseborene” hos fisken. Siden DA-kateteriseringen er lite inngripende og ikke krever bruk av verken suturer eller åpning av bukhulen er den godt egnet til langtidsstudier. Det at kateteret er plassert i hoderegionen og i en av de aller største blodårene i fisken gjør at det er mulig å overdimensjonere lengden på kateteret inne i blodåren, slik at fisken ikke skal vokse fra kateteret i langtidsstudier (flere måneder).

I de senere årene har det blitt gjort forbedringer av DA-kateteriseringen som har styrket metodens egnethet, og også gjort selve operasjonen mindre stressende for fisken. Bruk av anestesimetoder som ligner på de som brukes på mennesker og andre pattedyr har gjort at innhentingen etter operasjon ikke tar mer enn 24-48 timer. De nye anestesimetodene innebærer bruk av både sløvende og lokal- og sentralbedøvende midler, som hos laksefisk fører til en raskere innhenting etter operasjon. Den raske innhentingen skyldes et nedsatt stressnivå under håndtering, samt minsking av reaksjonen på operasjonsinngrepet (Djordjevic *et al.*, 2009).

En ny metode som for tiden er under utvikling og testing er kateterisering av halearterien (CA) hos torsk (Karlsson & Kiessling, 2010). Torsken har en anatomi som gjør det vanskelig å bruke DA-kateterisering, og denne metoden er blitt utviklet for å kunne brukes til samme for-

mål som DA-kateteriseringen hos laksefisk.

Det er vanskelig å si noe om hva som er fremtiden for kateteriseringsteknikkene, men en trend er spesielt viktig å nevne. De siste årene har kateteriseringsteknikkene gått fra kun å brukes i korte, avgrensede forsøk med fisk i svømmetunneler til også å brukes i lengre studier. De samme individene kan brukes i flere uker, og i enkelte tilfeller opptil flere måneder. Denne trenden vil nok fortsette, og vil nok også gjøre at teknikkene blir aktuelle å bruke i mange typer studier der en ønsker å undersøke andre forhold enn det som tidligere har vært vanlig med kateterisert fisk. Kombinert med kar som er konstruert for å huse kateteriserte enkeltfisk blir metoden enda mer anvendelig.

Referanser

Djordjevic, B., Kristensen, T., Øverli, Ø., Rosseland, B. O. & Kiessling, A. (2009). Effect of nutritional status and sampling intensity on recovery after dorsal aorta cannulation in free-swimming Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *In print. Fish Physiology and Biochemistry*.

Eliason, E. J., Kiessling, A., Karlsson, A., Djordjevic, B. & Farrell, A. P. (2007). Validation of the hepatic portal vein cannulation technique using Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *Journal of fish biology* **71**, 290-297.

Karlsson, A. & Kiessling, A. (2010). Evaluation of the caudal artery cannulation technique in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *In preparation*.

McLean, E. & Ash, R. (1989). Chronic Cannulation of the Hepatic Portal-Vein in Rainbow- Trout, *Salmo-Gairdneri* - a Prerequisite to Net Absorption Studies. *Aquaculture* **78**, 195-205.

Perry, S. F. (1998). Relationships between branchial chloride cells and gas transfer in freshwater fish. *Comparative Biochemistry and Physiology A-Molecular & Integrative Physiology* **119**, 9-16.