

Lav partikkelbelastning i RAS er bra for både laks og drift

Resirkuleringssystemer (RAS) er avhengige av vannrensing for å fjerne avfallsstoffer og partikler. De små partiklene er imidlertid vanskelig å fjerne, og kommersielle RAS har derfor ofte høy partikkelbelastning. I det nylig avsluttede prosjektet MikroRAS undersøkte vi hvordan partikkelbelastning påvirket vannkvalitet, mikrobiota, og laksens helse og vekst. Resultatene indikerer flere utfordringer ved forhøyet partikkelbelastning, men også en rekke praktiske fordeler ved lav partikkelbelastning.

Ole-Kristian Hess-Erga, Sara Calabrese, Paulo M. Fernandes, Simen Fredriksen, Håkon Dahle, Mark Powell, Melanie Andrews og Ingrid Bakke.

Ole-Kristian.Hess-Erga@niva.no

RAS er komplekse system og det foregår en rekke prosesser som er avhengige av hverandre og påvirker både vannkvaliteten og fiskens vekst. Forståelsen av dette komplekse systemet øker, og det etableres stadig forbedrede prosedyrer og retningslinjer for best mulig drift og fiskeproduksjon. Likevel finnes det stor variasjon i hvordan RAS driftes og hvor vellykket fiskeproduksjonen er.

bedre i stand til å vurdere hvilke tiltak som er bra for laksen og driften av RAS.

Langtidsforsøk i RAS og simulert utsett til sjøanlegg

For å studere effektene av partikkelbelastning på laks i RAS ble det gjennomført et langtidsforsøk i 6 RAS-enheter og deretter en simulert transport og simulert utsett til sjøanlegg. I RAS-fasen ble det valgt en partikkelbelastning som tilsvarer forhold som er vanlig å finne i kommersielle RAS (ca. 7 mg TSS/l, kalt høy TSS/HTSS) og forhold som kanskje flere ønsker å oppnå (1-2 mg TSS/l, kalt lav TSS/LTSS). Vi økte partikkelbelastningen i HTSS gruppen ved å tilbakeføre partikler fra swirl- og trommelfilteret, og hvert RAS hadde samme biomasse og fôringsintensitet. Utfyllende beskrivelse av forsøket finnes her: <https://www.landbasedaq.no/mikroras-niva-ntnu/er-lav-partikkelbelastning-i-ras-fordelaktig/1610255> og i sluttrapporten fra prosjektet MikroRAS (skann QR-koden til venstre for å lese sluttrapporten).

Hovedfunn

Partikkelnivåer som er vanlig å finne i kommersielle RAS kan medføre negative effekter på laksens prestasjon, som økt fôrfaktor, redusert kondisjonsfaktor og vekst, og kan forsinke smoltifiseringen.

MikroRAS-prosjektet

- Prosjektet Mikrobiota assosiert med atlantisk laks i overgangen fra ferskvann til sjøvann i RAS: effekt av høy/lav partikkelbelastning og konsekvenser for fiskevelferd og -helse (MikroRAS)
- Et samarbeid mellom NIVA, NTNU, UiB og Marineholmen RASLab.
- Prosjektet er nylig avsluttet og har vært finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens Forskningsfinansiering (FHF).
- Les mer om prosjektet i FHF's prosjektbase: www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901735/ og på NIVAs prosjektside: www.niva.no/prosjekter/mikroras.

Skann QR-koden og les sluttrapporten:



De fleste oppdrettsselskapene som produserer laks i RAS, opplever utfordringer med forhøyede partikkelnivå i vannet på tross av kontinuerlig trommelfiltrering av driftsvannet. Slike partikler består i stor grad av organisk materiale som tilføres vannet via fôret og fiskens avføring. Fra tidligere studier og erfaringer er det kjent at slikt organisk materiale gir grobunn for økt vekst av bakterier og andre mikroorganismer i biofiltrene og i vannet. Dette kan føre til redusert biofilterkapasitet og økt vekst av hurtigvoksende bakterier i vannet som kan ha negative effekter på fiskens helse. Videre kan det medføre produksjon av uheldige metabolitter som for eksempel geosmin og giftig H₂S. I tillegg kan redusert sikt i vannet påvirke laksens fôropptak og røkterens mulighet til å observere fisken. Nøyaktig hvilke direkte og indirekte effekter partikler og organisk materiale har på fisken er imidlertid usikkert og diskuteres i næringen. Økt kunnskap på dette området vil gjøre oss

Kompensatorisk vekst i sjøfasen indikerer at partikkelnivåene/forholdene som ble testet, er innenfor fiskens rom for tilpasning og kompensasjon, men at dette er energikrevende for fisken.

Histologiske undersøkelser viste ingen tegn til negative effekter på gjeller og skinnhelse. Derimot økte genuttrykk av inflammasjonsmarkører hos fisk utsatt for høy partikkelbelastning både i gjeller og skinn, særlig i slutten av RAS fasen. Dette kan være et tidlig tegn på at mer inngående skadelige helseeffekter er under utvikling.

Nivåer av suspendert stoff (TSS) rundt 7 mg/l i RAS førte til betydelig redusert sikt i vannet (**Figur 1**) og redusert nitrifikasjonsrate. Det var økt forekomst av heterotrofe bakterier i vann og biofilter i overgangen til brakkvann, og vi observerte høyere konsentrasjoner av ammonium og nitritt i RAS med høyere partikkelbelastning. Dette tyder på redusert biofilterkapasitet, sannsynligvis på grunn av utkonkurrering av nitrifiserende bakterier i biofilteret.

Lav partikkelbelastning kan også medføre en rekke praktiske fordeler, som enklere rengjøring og lettere observasjon av fisken, samt bedre effekt av vannbehandlingen (utlufting av CO₂, desinfeksjon, nitrifikasjon m.m.) og sannsynligvis redusert risiko for bakteriell produksjon av uønskede metabolitter (f.eks. H₂S og geosmin).

Det kan være flere grunner til redusert fiskevekst under forhøyet partikkelbelastning. Under suboptimal vannkvalitet bruker fisken mer energi til kompensatoriske fysiologiske tilpasninger for å opprettholde et stabilt internt miljø (homeostase). Hvor mye energi som brukes til å finne og eventuelt konkurrere om fôr, i et miljø med begrenset sikt, er uklart. Det kan tenkes at den forsinkede smoltifiseringen skyldes ujevnt og redusert lys og/eller at partikler hadde direkte forstyrrende effekter på funksjonen til gjellenes kloridceller. I tillegg vil produksjonsintensitet, temperatur og forhøyede nivåer av andre avfallsstoffer og metabolitter kunne påvirke fiskeproduksjonen negativt.

Siden det eksisterer stor variasjon i hvordan RAS driftes og hvor vellykket fiskeproduksjonen er, vil det være viktig å sikre felles forståelse av flere slike nøkkelfaktorer og identifisere premisser



Figur 1. Sikt i vannet i ferskvannsfasen (øverst) og i brakkvannsfasen (nederst) ved lav TSS (til venstre) og høy TSS (til høyre), ved 2 forskjellige tidspunkt.

for driften gjennom erfaringsutveksling og videre forskning. Dette er alle viktige brikker for best mulig fiskeproduksjon.

Betydning for næringen

Funnene fra MikroRAS indikerer at partikkelnivå som er vanlig å finne i kommersielle RAS påvirker fiskens prestasjon i RAS negativt og kan forsinke tidslinjen for smoltifisering. Dermed kan det lønne seg å innføre tiltak for å redusere tilførselen av organisk materiale til vannet og forbedre partikkelfjerningen. Aktuelle tiltakene kan være optimalisering av egen drift og bidrag til metodiske nyvinninger, samt utvikling av utstyr som sikrer bedre partikkelfjerning.

Masteroppgaver

- Ludvik Wolfgang Forbord Fiksdal 2023: Comparative Assessment of Water Quality and Biofilter Performance in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) Exposed to High and Low Particle Loading. Masteroppgave UiB, <https://bora.uib.no/bora-xmlui/handle/11250/3074609>.
- Leif Refsnes Bø 2023. The effect of high and low particle load on smoltification of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in RAS. Masteroppgave UiB, <https://hdl.handle.net/11250/3108575>.
- Stian Ringbakken Stenhaug 2023. The effect of organic load on the rearing water and biofilter biofilm microbiota across the freshwater and brackish water phases in RAS with Atlantic salmon (*Salmo salar*). Masteroppgave NTNU, <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/3096231>.