

FHF prosjekt nr 900661

”Evaluering av tidligere forskning på effekten av ulike mineralnivå i fôr på utviklingen av deformiteter”

Faglig oppsummering og anbefalinger

Sammendrag utarbeidet av Torbjørn Åsgård og Grete Bæverfjord, Nofima (2013)

Faglig oppsummering:

Sammenhengen mellom mineralisering og skjelettdeformiteter

Sammenhengen mellom mangelfull mineralisering og mulig utvikling av skjelettdeformiteter er dokumentert, og det er også dokumentert at lave nivå av mineraler i foret kan være årsak til nedsatt mineralisering og utvikling av deformiteter. Disse sammenhengene er best dokumentert for fosfor, men det foreligger også data som viser at lave nivå av sink gir slike effekter. Disse studiene er av nyere dato. Det foreligger ikke klare tall for hvor grensene for mangel går, eller hvordan de bør defineres. Mangeltilstander for øvrige elementer som er beskrevet er i hovedsak gamle data, og det er usikkert om informasjonen er relevant i praktisk oppdrett i dag.

Lite er kjent om eventuelle andre helseeffekter av mangeltilstander, for eksempel i forhold til immunforsvar og generell robusthet.

Omfang av problemet

Det foreligger lite av sikker informasjon om forekomsten av skjelettdeformiteter hos laks og regnbueørret generelt, og det er spesielt ikke lett å skille ut hvor mye av slike problemer som er knyttet til mineralutnyttelse, og hvor mye som har andre årsaker. Det gjennomføres per i dag ingen spesiell overvåkning av problemet. Det rapporteres om at deformiteter stadig observeres, men det problemene har hatt begrenset fokus de siste årene, både hos produsenter og myndigheter.

Tilgjengelige tall fra et nylig avsluttet overvåkningsprogram viser en tydelig forekomst av feil i skjelettet som kan knyttes til mangelfull mineralisering. Tilsvarende tall viser også varierende mineralstatus hos fisk, og en stor variasjon i innhold i fôr.

Behov

En gjennomgang av behovsestimater som foreligger viser at det knapt er publisert forskning innen dette feltet på 2000-tallet. Foreliggende tall er minimumsestimater, som bygger på ulike metoder, og som framstår som svakt dokumentert. Delvis bygger vurderingene på uspesifikke indikatorer som vekst og dødelighet uten noen fullverdig analyse av mineralisering, og mange av studiene bygger på forsøk med lav veksthastighet. Det er i liten grad definert om tallene gjelder krav til tilgjengelige nivå eller totalnivå, og behovsestimaterne er ikke relatert til forventet vekst eller livsstadium. For noen elementer foreligger spesifikke anbefalinger om tilsatt mengde. Sett under ett er studiene lite konsistente i metodevalg, miljøbetingelser, størrelse og valg av analysemetoder, og framstår som lite hensiktsmessige verktøy.

Øvre grenser

Øvre grenser er etablert for en rekke mineraler. Det er imidlertid et stort behov for mer kunnskap om selen på grunn av betydelige overskridelser av øvre grenseverdi for selen i dagens fiskefôr.

Utnyttelse av mineraler fra fôret – effekt av førsammensetning og fôrmidler

Med henvisning til problemstillingen omkring ulike fôrmidler vises det til store endringer i løpet av de siste to tiårene, med introduksjon av plantefôrmidler på bekostning av marint råstoff. En gjennomgang av kunnskapsstatus om tilgjengelighet av mineraler fra ulike klasser av fôrmidler viser at tilgjengeligheten er svært variabel både i ulike fiskemel og i ulike plantefôrmidler.

Plantefôrmidlene inneholder mindre fosfor enn de tradisjonelle råvarene, og det foreligger i mindre tilgjengelig form. Rapporten viser til at tilstrekkelig supplementering med mineraler, særlig fosfor, er av kritisk betydning når innslaget av plantefôrmidler øker. Det er vist at bruk av visse plantefôrmidler vil påvirke mineralstatus negativt hvis det ikke gjøres tiltak i form av økte tilsetninger eller enzymatisk behandling av råstoffet. Studier som omhandler fôr med særlig høye nivå av plantefôrmidler inneholder lite eller ingen informasjon om effekter på mineralisering og beinutvikling. En relativt ny risikovurdering fra Vitenskapskomiteen for Mattilsynet (VKM) omkring bruk av planteråstoff i fiskefôr unnlater å identifisere nedsatt mineralisering som en mulig risikofaktor, selv om dette sannsynligvis er en viktig problemstilling.

Marine ingredienser (fiskemel) har vært en viktig kilde for fosfor og andre mineraler i fiskefôr. Tilgjengeligheten av fosfor er imidlertid svært avhengig av råstoff og behandling. Den viktigste årsaken til variasjon i tilgjengelighet er innholdet av bein i råstoffet. Det arbeides med metoder for å øke utnyttelsen av fosfor fra **fiskebeinbasert råstoff**.

Framtidig introduksjon av ulike **animalske biprodukter** i norske fiskefôr vil kreve kartlegging av eventuelle effekter på mineralfordøyelse og –opptak, spesielt i sammenheng med produkter som er rike på beinsubstans.

Med hensyn til **tilsetninger** vises det til at nye organiske former har vist lovende resultater, både i forhold til biologiske effekter og økt utnyttelse, men at mer dokumentasjon er nødvendig. Det foreligger lite tilgjengelig dokumentasjon på egenskapene til de ulike uorganiske tilsetningene.

Interaksjoner

Noen potensielle interaksjoner mellom ulike mineraler er klassiske, som bl.a. negative effekter av beinrike fiskemel på opptak av noen sporelementer. Den store variasjonen i innhold og tilgjengelighet for de ulike elementene utgjør et problem for tolking og anvendelse av denne kunnskapen. Det er også noen kjente vitamin-mineral interaksjoner. Lite av denne informasjonen er av nyere dato.

Utnyttelse av mineraler fra fôret – effekt av andre faktorer enn førsammensetning

Det er vist i ulike sammenhenger at mange andre faktorer enn førsammensetning kan påvirke utnyttelse av mineraler fra fôret, for eksempel teknisk fôr kvalitet og fôringsstrategi, oppdrettsmiljø og fiskens biologiske egenskaper. Det er vist at høy veksthastighet er korrelert til effektiv utnyttelse av fôret, og at dette har konsekvenser for hvordan behov bør vurderes. Høyt fôrintak hos fisk i god vekst gir redusert fordøyelighet av enkelte elementer, og fysisk kvalitet på fôrpellet har betydning for fordøyelighet av enkelte elementer, ved at lav vannstabilitet av fôret gir lavere fordøyelighet av enkelte mineraler enn tilsvarende fôr med høy vannstabilitet. Det er også vist at fluktuerende miljø (temperatur, salinitet) kan redusere fordøyeligheten av makromineraler. Det er påvist en betydelig populasjonsvariasjon i evnen til å fordøye mineraler, både på familienivå og på individnivå. Effekten på mineralutnyttelse av vekstfremmende miljøfaktorer, som for eksempel lys og

varme, er sammensatt og resultatene er ikke entydige. Det er spesielt vanskelig å identifisere eventuelle effekter av høy veksthastighet. Type vekst er også ulik i forhold til livssyklus, fisken har livsfaser med ulik skjell- og beinvekst. Det er viktig å evaluere behov i de ulike fasene og mellom fasene (preging). Det er spesielt en stor mangel på informasjon om behov og utfordringer knyttet til oppdrett i sjø.

Flere studier viser at ulike vannkvalitetsparametre som er typiske for intensive produksjonsforhold påvirker mineralisering av beinvev, men disse effektene er relativt små sammenliknet med fôrindustrierte forskjeller.

Kunnskapen innen dette området viser at dette er mange ulike faktorer ut over fôrets innhold av mineraler som har potensiale til å påvirke mineralutnyttelse og beindannelse, men kunnskapen er ikke omfattende og er lite enhetlig. Det er spesielt behov for ny kunnskap som tar utgangspunkt i dagens fiskemateriale, fôrkomposisjon og oppdrettsbetingelser.

Metodeverktøy

Metodene som brukes for å studere **mineralbehov** hos fisk er ikke enhetlige og har ikke vært gjenstand for særlig utvikling på 2000-tallet. Modeller som relaterer behov til ulike biologiske funksjoner (for eksempel vedlikehold, vekst) eller elementenes tilgjengelighet og fiskens fôrutnyttelse, er i liten grad lagt til grunn for gjeldende behovsvurderinger. Av tilgjengelige behovsestimater er en stor del framkommet i studier med dårlig tilvekst sammenliknet med dagens kommersielle produksjon. Svært få studier inkluderer responsparametre ut over de mer generelle, som for eksempel nyere funksjonelle eller molekylære responser.

Tilsvarende betraktning gjelder studier av **fordøyelighet** av spesifikke elementer. Gjeldende metoder for måling av fordøyelighet bygger på fôr med indikator og analyser av feces, og bruk av metoden er stort sett begrenset til planlagte studier i forsøksanlegg. Det foreligger svært få publiserte tall for måling av fordøyelighet av elementer, spesielt i spesifikke fôrmidler, og mange av de tilgjengelige tallene er av eldre dato. Dette med få og gamle tall gjelder i særlig grad for laks. Det arbeides med utvikling av *in vitro*-metoder etter ulike tilnærminger, men det foreligger ikke tilgjengelig dokumentasjon på nytteverdi og presisjon av slike metoder.

Det foreligger heller ingen standard for å evaluere **mineralstatus og beinhold** hos laks og regnbueørret, og rapporterte måletall er i liten grad sammenliknbare fra studie til studie. Analyser av mineralinnhold i helkropp er angitt som den mest robuste målemetoden, der det også finnes publiserte referanseverdier. Disse tallene begynner imidlertid å bli gamle, og det er også et problem å oppnå god nok presisjon med stor fisk. Det foregår en viss aktivitet med å utvikle komplementære og oppdaterte analyseverktøy, både når det gjelder beinhold i forhold til mineralisering (røntgendiagnostikk, histologi, molekylære markører), analyser av skjell som indikator for mineralisering (kjemiske, enzymatiske og molekylære metoder), og opptak av mineraler i tarm (molekylære markører).

Ressursbruk og bærekraft

Rapporten viser til nylig publiserte tall i form av et fosforregnskap for norsk oppdrett, som viser at nesten ¾ av det fosforet fisken spiser tapes til miljøet. Næringa står også for et betydelig forbruk av ikke-fornybare fosforressurser, som er en begrenset ressurs globalt. Arbeidet med å øke utnyttelsen av fosfor i alle ledd er derfor viktig, uten at dette går på bekostning av fiskens behov.

I sum viser rapporten til at kunnskapsgrunnlaget på dette fagområdet er preget av gammel og lite aktuell kunnskap, og konkluderer med et behov for en oppdatering av biologisk basiskunnskap så vel som metodeverktøy, for bruk i industri, forskning og produksjonsovervåking.

Anbefalinger:

Det faglige grunnlaget for beregning av mineralinnhold i fôr er for gammelt og svakt, og må oppdateres og styrkes. Dette gjelder i særlig grad for fosfor (P) og sink (Zn) men også andre elementer.

Behov:

- Det trengs nye behovestimat for de viktigste elementene. Gjeldende estimat er gjennomgående gamle, og stammer fra kortvarige studier som er lite dekkende i forhold til prestasjonsnivå, fôrsammensetning og oppdrettsmiljø. Bruk av nye metoder og verktøy kan også gi mer presise svar. Det må brukes en faktoriell tilnærming som tar hensyn til differensierte behov i ulike livsstadier.

Fôrmidler og tilsetninger:

- Når nye fôrmidler introduseres, eller det skjer endring i bruk av etablerte fôrmidler, må det sikres tilstrekkelig kunnskap om innhold og form av mineraler og antinæringsstoffer, og hvordan tilgjengelighet og interaksjoner vil påvirkes.
- Plantefôrmidler og lite fordøyelige mineraler: Vi må vite mer om effektene, hvordan de kan unngås, og hvordan de kan overvåkes. Det er særlig viktig å kartlegge langtidseffekter på beinutvikling ved bruk av planterike fôr over store deler av livssyklus.
- Det trengs mer kunnskap knyttet til askerike råstoff (ulike fiskemjøl, marine og animalske biprodukter) knyttet til tilgjengelighet av mineraler og mulige interaksjoner.
- Det trengs videreutvikling av kunnskap om hvordan vi kan behandle fôrmidler og fôr slik at vi øker utnyttelse av deres naturlige mineralinnhold og reduserer tap til miljøet.
- Det er behov for å videreutvikle kunnskapen om egenskapene ved tilsetninger. Det anbefales videre arbeid med både organiske og uorganiske tilsetninger for å gjøre dem forutsigbart tilgjengelige.

Opptak og utnyttelse av mineraler fra fôret

- Metoder for bestemmelse av tilgjengelighet av mineraler fra fôret bør videreutvikles og fornyes. Metodene er tungvinte og lite presise. Det er behov for metoder som er raske, lette å bruke og kostnadseffektive.
- Det er viktig med mer kunnskap om hvilke miljøfaktorer som er viktige for mineralutnyttelse og hvordan behov påvirkes av livsstadier og produksjonsstrategi. Dette gjelder særlig forhold som påvirker veksthastighet og fôrutnyttelse, eller for eksempel vannkjemi i anlegg med resirkulering.

Mineraler og beinutvikling

- Det er behov for mer presis kunnskap om grunnleggende biologiske prosessene som er knyttet til mineralutnyttelse, både i forbindelse med normal vekst og med utvikling av deformiteter.
- Metoder for å kontrollere mineralstatus og skjelettutvikling hos fisk bør videreutvikles og standardiseres, med tanke på forebygging og overvåkning, kontroll med utvikling over tid, og som felles referanse for forskning. Det er spesielt behov for metoder som kan fange opp dynamikken i skjelettmineraliseringen.

Øvre grenser

- Det er et stort behov for mer kunnskap om selen på grunn av betydelige overskridelser av øvre grenseverdi for selen i dagens fiskefôr.