

# **Mosjon styrker ryggraden hos laks**

## **Bakgrunn**

Kunnskap om hvilke faktorer som påvirker virvelsøylen vekst og utvikling er grunnleggende for forståelsen av laksens vekst. Hos pattedyr og fugl er det kjent at beinvev er dynamisk, og tilpasser form og sammensetning til mekanisk belastning, som for eksempel mosjon. Hos husdyr, slik som kylling og gris, har avl for å oppnå rask vekst, kombinert med optimalisering av oppdrettsbetingelser, vist seg å forårsake en rekke uønskede endringer og sykdommer i skjelettet. Også hos oppdrettslaks har veksthastigheten økt kraftig som resultat av et systematisk avlsprogram og optimalisering av oppdrettsbetingelser. Disse inkluderer blant annet temperaturregimer, bruk av kunstig lys, forbedret fôr, fôringsregimer og produksjonsteknologi. Som følge av dette har også innenfor lakseoppdrett oppstått forskjellige skjelettdeformiteter, spesielt i ryggraden. Vanlige deformiteter er korthaler, som har flate virvler (plathyspondyli), og fisk med stedvis sammenvokste virvler (ankylose). Skjelettdeformiteter har en negativ påvirkning på fiskens velferd og medfører reduserer produktkvalitet. Formålet med dette prosjektet var å frembringe kunnskap om hvordan domestisering av laks påvirker normal vekst og utvikling av virvelsøylen. Resultatene fra prosjektet kan bidra til å opprettholde akseptabel velferd hos oppdrettslaks.

## **Målsetting**

Oppdrettslaks holdes vanligvis under forhold med svak strøm sammenlignet med laks i naturen. Svømmehastighet påvirker den mekaniske belastningen på virvelsøylen. Gjennom prosjektet ønsket vi å belyse hvordan svømmehastighet påvirker vekst og utvikling av ryggvirvler, herunder virvelarkitektur, kjemisk sammensetning av beinvevet og genuttrykk. For å kunne studere disse forhold eksperimentelt ble det bygget seks spesialkonstruerte oppdrettskar, utstyrt med et stømsettingssystem hvor vannhastigheten kunne reguleres. Våre resultater har i stor grad belyst målsettingen.

## **Forskningsmiljøer**

Følgende forskningsmiljøer har deltatt i prosjektet: Havforskningsinstituttets avdelinger i Matre og Bergen, HydroStatoil i Bergen og Institutt for biologi ved Universitetet i Bergen.

## **Forsøksdesign**

Forsøket bestod av to grupper, hver fordelt mellom tre replikater. Forsøksfisken var postsmolt, som i utgangspunktet var tilnærmet like både i lengde og vekt. Den ene gruppen ble holdt i kar med rolige strømforhold, omkring 0,5 kroppslengder per sekund, som er tilnærmet lik strømhastighet ved standard oppdrettsbetingelser. Den andre gruppen ble eksponert for en vannstrøm på omkring to kroppslengder per sekund. Fisken hadde ingen problemer med å stå stasjonært i strømmen. Forsøkets varighet var tre måneder. Fisken ble målt og veid, og det ble tatt en rekke prøver for ulike analyser. En region midt i halepartiet (V40-V45) ble valgt som prøvetakingssted fordi dette området har størst bevegelse under svømming. Det er også vist at en rekke skjelettlidelser hos laks forekommer hyppigst i dette området.

## **Analyser**

- Røntgen mikrocomputertomografi (mikro-CT) for å analysere beinarkitektur
- Stereologisk kvantitering av ulike strukturer i ryggvirvler.
- Måling av virvlers mekaniske egenskaper (stivhet, bruddstyrke) ved kompresjon
- 'Mini' mikro-array med 30 EST som er knyttet til vekst og mineralisering av bein
- *In situ* hybridisering av vekstfaktorer i bein (shh, ihh, igf-1r, ghr) for å identifisere celletyper
- Måling av genekspressjon av vekstfaktorer (shh, ihh, igf-1r, ghr) ved hjelp av realtime PCR
- Kjemisk kvantitering av beinmineraler
- Histologiske undersøkelser av vekstsoner i ryggvirvler

## **Resultater**

Fisken i begge gruppene viste lik økning i lengde, mens fisken som svømte i motstrøm hadde en lavere økning i vekt. Kondisjonsfaktoren, som beskriver fiskens kroppsform, var statistisk signifikant forskjellig. Fisken som hadde svømt motstrøms fikk med andre ord endrede kroppsproporsjoner. Den ble slankere. Størrelsesmålinger viste at en gruppe virvler midt i haleregionen, et område med stor bevegelse under svømming, utviklet seg ulikt mellom gruppene ved at virvlene ble lengre i fisk som svømte raskt i motstrøm. Detaljerte studier av virvlernes oppbygning ble gjort ved hjelp av røntgen mikrocomputertomografi (mikro-CT). Disse analysene viste at det var ingen forskjeller mellom gruppene hva gjelder virvlernes beinvolum, beinoverflate, beintykkelse og 3-dimensjonal organisering av beinstruktur.

Kjemiske analyser viste imidlertid at der var signifikante forskjeller i virvlenes innhold av beinmineraler; fisken som hadde svømt motstrøms hadde det høyeste innhold av mineraler (mineralrate). Det høye mineralinnholdet var korrelert til virvlenes mekaniske egenskaper slik at virvlene fra fisk som hadde svømt motstrøms var signifikant stivere. De molekylærbiologiske analysene viste at der var forskjeller mellom gruppene i genekspresjon for blant annet kollagentyper som har med produksjon av komponenter i mellomvirvelledet og i beinvev.

Hovedkonklusjonen fra våre forsøk er at laks med et lavt aktivitetsnivå, sammenlignet med laks som svømmer raskt, over en relativt kort periode (2 mnd) utvikler en annen kroppsform, og får virvler med signifikant lavere mineralinnhold og reduserte mekaniske egenskaper. Genekspresjon påvirkes også av aktivitetsnivå.

### **Nytteverdi og fremtidig arbeid**

Resultatene fra prosjektet viser at det lave aktivitetsnivået hos laks i oppdrett har signifikant påvirkning av ryggradens egenskaper. Prosjektet viser at parameteren vannstrømhastighet påvirker skjelettet, og dermed også sannsynligvis fiskens velferd – mosjon synes også å være sunt for laksen. Om der er en sammenheng mellom sedate leveforhold hos oppdrettslaks og patologiske forhold knyttet til virvelsøylen bør undersøkes nærmere. Resultatene fra prosjektet er under skriving og skal publiseres i et internasjonalt vitenskapelig tidsskrift med fagfelleevaluering. Resultatene vil også bli presentert på møter for forskere og næringsaktører.