

## Program 8

### **Oppdrettsorganismer - miljø, vekst og kjønnsmodning**

Programleder: Geir Lasse Taranger

---

**Målet for programmet er å utvikle bærekraftige og økonomisk rasjonelle produksjonsmetoder av oppdrettsorganismer, der salgbar matvare av høy kvalitet er sluttproduktet.**

I programmet skal vi utvikle kunnskap for å videreutvikle norsk havbruksnæring på en framtidsrettet og bærekraftig måte. Vi forsøker å bidra til løsninger som reduserer negative miljøvirkninger av oppdrett, gir økt lønnsomhet, bedre ressursutnyttning og produktkvalitet tilpasset markedet. Vi arbeider for å optimalisere oppdrettsmetoder for laks, regnbueaure, kveite og torsk, og vi skal etablere kunnskapsgrunnlag for nye arter i intensivt matfiskoppdrett. Særlig arbeider vi med faktorer som påvirker fiskens vekst, reproduksjon, fôrutnytting, slaktekvalitet og atferd. Vi arbeider også med nye oppdrettsmetoder som kan redusere negative miljøvirkninger fra havbruk.

#### **Vekst, fôrutnytting og kjønnsmodning hos laksefisk.**

Prosjektets mål er å utvikle kunnskap om hvordan faktorer knyttet til fiskens fysiologi, miljø og ernæring påvirker vekst, fôrutnytting og kjønnsmodning hos laks og regnbueaure.

Vi har tidligere utviklet metoder for å styre vekst og kjønnsmodning hos laks ved å bruke lysstyring på matfiskanlegg. For å optimalisere lysstyringen og få mer grunnleggende kunnskaper om hvordan lysstyringen påvirker laksen, studerer vi hvordan ulike lysintensiteter påvirker atferden og fysiologien til laks i merd. Så langt ser vi at økende lysintensitet gir bedre vekst hos vårutsatt smolt, mens selv lave lysintensiteter gir redusert kjønnsmodning.

Ulike lysintensiteter gir også ulik atferd hos fisk i merd, og endringer i atferd kan være en medvirkende årsak til de observerte effektene på vekst og kjønnsmodning. Vi har også undersøkt om en kan bruke lysstyring til å øke vekstrate og redusere kjønnsmodning hos regnbueaure på samme måte som hos laks. Foreløpige data tyder på at regnbueaurens vekst blir påvirket av lysperiode, men mye mindre enn for laks. Lysstyring synes imidlertid å kunne brukes til å redusere tidlig kjønnsmodning også hos regnbueaure.

Oppdrettsnæringen tar i bruk stadig større og dypere merder. Dette er en utfordring når det gjelder kontroll av fiskens atferd og appetitt. Vi har startet forsøk med å tilpasse teknologi og driftsrutiner for å utnytte fordelene ved å oppdrette laks i stormerd. I samarbeid med oppdrettere har vi i 1996 undersøkt om en kan bruke hydroakustisk overvåkning (ekkolodd) til generell atferdskontroll og til å styre utfôringen i stormerder. Resultatene tyder på at vi kan observere atferdsendringer som kan benyttes til å styre utfôringen, slik at en får optimal vekst og maksimal fôrutnyttelse.

I samarbeid med Norsk Lakseavl AS har vi gjennomført forsøk med lysstyring for å utvikle metoder næringen kan bruke for å framskynde gytetidspunktet av laks. Tidlig gytte egg gir mer effektiv produksjon av laksesmolt yngre enn ett år (nullåringer). Laks i merd ble utsatt for lang lysperiode fra mars til juni, og så tatt inn i kar på land og utsatt for kort lysperiode fra juli og utover. Dette gav ca en måneds tidligere gyting enn hos laks under naturlige lysforhold.

Vi arbeider med flere metoder for å utnytte fiskeråstoffer på en bedre måte, blant annet ved studier av hvordan fiskeavskjær fra tradisjonell fiskeindustri kan brukes som proteinkilde i fiskefôr. Proteinkonsentrat fra fiskeavskjær har gitt bedre vekst og fôrutnytting hos laks, og i 1996 har vi arbeidet med optimal innblanding av dette i fôr til laks.

Liten laks som modner i ferskvann (dverghannmodning) er et økende problem i oppdrettsnæringen. Dverghannmodning gir redusert vekst i ferskvann, og en får problemer med smoltifisering, vekst og overleving i sjøvann. Vi kartlegger derfor omfanget av og mulige årsaker til dette fenomenet.

### **Vekst, fôrutnyttelse og kjønnsmodning hos marin fisk**

Prosjektets mål er å utvikle kunnskap om hvordan faktorer knyttet til fiskens fysiologi, miljø og ernæring påvirker vekst, fôrutnytting og kjønnsmodning hos kveite og torsk.

Tidlig kjønnsmodning er et stort problem i matfiskproduksjon av kveite, da dette fører til redusert vekst og lengre produksjonstid fram til slaktestørrelse. Vi har derfor satt i gang lysforsøk i kar for å finne fram til lysopplegg som kan redusere dette problemet.

Vi har også analysert gonader og kjønns hormoner for å få mer grunnleggende kunnskap om kveitas reproduksjonsfysiologi og pubertet. Slik kunnskap kan gi grunnlag for å utvikle metoder for å utsette kjønnsmodning hos kveite.

Forsøk med småkveite av 1995-årsklassen viser at oppdrett i kar med oppvarmet vann gir svært god vekst i vinterhalvåret. Det kan således være en gunstig produksjonsstrategi først å holde småkveite i kar med oppvarmet vann til den er ca 500 gram, og deretter sette den ut i merd.

Vi studerer den hormonelle styringen av kjønnsmodningsprosessen hos kveite i forbindelse med sluttmodning og gyting. Dette danner grunnlaget for optimale prosedyrer for stryking og produksjon av høykvalitetsegg. I denne sammenhengen har vi utført målinger av kjønns hormoner og stresshormoner i blodplasma hos kveite. Dette vil gi oss mer grunnleggende kunnskap om kveitas reproduksjonsfysiologi, og hvordan ulike miljøfaktorer (blant annet ytre stress) virker inn på modningsprosessen hos kveite.

Våren 1996 satte vi i gang et kryssingsforsøk på kveite, for å kartlegge mulighetene for et effektivt avlsprogram. Ved å nytte flere hannfisk til å befrukte ulike eggporsjoner fra samme hunn, har vi fått store grupper av søsken- og halv søsken. Disse søsken gruppene vil seinere bli identifisert ved nyutviklet DNA-teknologi. Vi kan da kartlegge produksjonsegenskaper som vekst, overleving, kjønnsmodning, kvalitet og helse på et stort antall familiegrupper. Samspill mellom kjønnsmodning og vekst er studert hos individmerket kveite. Kveite av 1991-årsklassen ble oppdrettet fra august 1992 til juni 1996 under kontinuerlig lys i tre- og fem- meters kar med ulik fisketetthet. Veksten var best i fem-meters kar, der kroppsvekten økte fra 100 til 6100 gram i forsøksperioden. Vi registrerte liten vekstforskjell hos fisk som gikk i ulike tettheter, men høyest tetthet gav økt dødelighet.

På grunn av det kontinuerlige lyset ble fisken kjønnsmoden på ulike tidspunkt i sesongen. Ved fire års alder var det bare fire prosent modne hanner i fem-meters karet, mens modningen varierte fra 12 til 20 prosent i tre-meters karene. Seinere samme sesong ble flere hanner modne, og forskjellene mellom tre- og fem-meterskarene ble visket ut.

Hannene stagnerte i vekst etter kjønnsmodning, og endte opp med snittvekter fra to til fem

kilo avhengig av modningsalder. Det var ikke modning blant hunnfisken i forsøksperioden. Ved slaktning ett år etter at forsøket var avsluttet, var all hannfisk kjønnsmoden. Det var fortsatt ikke modning blant hunnfisken. Dette viser at tidlig modning i hovedsak er et problem som gjelder hannfisken, og at modningen fører til dramatisk dårligere vekst, spesielt for fisk som modner som tre- og fireåringer.

Vi har i satt i gang forsøk for å utvikle optimalt fôr og fôringsrutiner for matfisk av kveite i kar og i merd. Målet er å oppnå bedre slaktekvalitet, større økonomisk utbytte og forutsigbarhet i kveiteoppdrett. Vi beregner vekstpotensialet hos kveite ved å benytte individuelle målinger for fôropptak og vekst. Forsøkene for optimalisert matfiskproduksjon av kveite i merd har fortsatt i samarbeid med industripartnere. Blant annet brukte vi individmerket stor kveite for å se på hvilket vekstpotensial disse har i åpne merder med utspilt bunn. Vi har startet innledende observasjoner på kveitas atferd i merd med tanke på å bruke hydroakustikk til å styre utfôring.

Tidligere forsøk utført i kar viser at det ved hjelp av lysstyring er mulig å utsette kjønnsmodningen hos torsk mer enn ett år. Tidlig kjønnsmodning er hovedproblemet i matfiskoppdrett av torsk, da dette fører til nedsatt vekst og økt produksjonstid til salgbar størrelse. Forsøk i samarbeid med industripartner viser at lysstyring i merd kan utsette kjønnsmodningen med et halvt år samtidig som veksten økes kraftig i vinterhalvåret. Resultatene fra 1996 viste at den lysstyrte torsken var ca 2,5 kilo to år etter klekking, mens kontrollfisken var ca 1,5 kilo.

Det er ønskelig å utsette modningen med minst ett år for å få torsken opp i slaktestørrelse før modningen inntreffer. Vekstraten for stor torsk bør også økes for å få lønnsom drift. Det er derfor satt i gang nye forsøk med torsk ved Austevoll Havbruksstasjon for å optimalisere lysstyringen for ytterligere utsatt kjønnsmodning og dermed grunnlag for en lønnsom torskeoppdrettsnæring.

### **Slaktekvalitet hos oppdrettsfisk**

Målet er å øke kunnskapen om biologiske faktorer som påvirker slaktekvaliteten hos oppdrettsfisk. Bedre og standardiserte målemetoder for slaktekvalitet er sentralt i dette arbeidet. Vi evaluerer nye metoder for å måle slaktekvalitet, blant annet konsistensmåling (tekstur) og elektronisk fargemåling. Vi har sammenliknet en ny metode som er basert på gjennomlysning i et instrument (nær-infrarød-transmisjon - NIT) for å måle fett, protein og vann i filet mot kjemiske metoder hos laks. Dette er en enkel og hurtig metode, og de foreløpige resultatene viser at NIT kan være et godt og pålitelig alternativ, men ytterligere standardisering av metoden er nødvendig.

Videre har vi prøvd en ny optisk målemetode (Hunterlab) og billedanalyse for å bestemme farge og jevnhet i farge på filet. Vi har sammenliknet disse metodene mot visuelt vurdert farge og mot kjemisk målt astaxanthin i filet.

Resultatene viser at direkte fargemålinger på filet er en relativt sikker metode for å bestemme pigmentinnhold, filetfarge og variasjon i filetfarge. Videre studier er nødvendig for å standardisere metodene.

Vi har også testet en målemetode for tekstur hos laks. Dette arbeidet vil inngå i studier av forholdet mellom muskelstruktur og tekstur, og gi oss bedre forståelse av hvordan ulike produksjonsmetoder påvirker de fysiske egenskapene til laksefileten. Vi har videre studert

effekter av sulting og fettinnhold i muskel på tekstur. Både sulting og fettinnhold i fileten har så langt vist å gi liten effekt på laksemuskelens tekstur.

Teksturmålinger er også tatt i bruk i studier av hvordan ulike produksjonsstrategier i sjø påvirker slaktekvalitet hos høstutsatt nullårig smolt. Laks oppdrettet under ulike betingelser i sjø (åpen/lukket merd, kombinasjon av disse og ulik lysstyring) viser store forskjeller blant annet i vekst og fettinnhold i filet. Fisken er undersøkt med datatomografi, en spesiell røntgenteknikk, for å få et bilde av fettfordelingen i filet. I tillegg har vi studert pigmentering, muskelstruktur og enzymaktivitet i muskel. Dette vil gi oss mer innsikt i sammenhengen mellom ulike mål på slaktekvalitet, og hvordan ulike produksjonsforhold påvirker kvaliteten.

Arbeidet med styring av pigmentomsetningen i fisk viser blant annet at astaxanthin er et nødvendig næringsemne for laks, og at astaxanthin kan omdannes til vitamin A. Astaxanthin bør derfor også brukes i fôr til yngel og småfisk.

Forsøk med levendelagring av makrell i vintermånedene viste at dette er en svært lovende strategi for å øke salgsværdien av denne arten. Imidlertid gjenstår fremdeles problemer knyttet til vinterdødelighet og fôring. Forsøkene viser at makrellen har godt fôropptak på tørrfôr, men kan få problemer på grunn av overinntak av energi. Stor makrell hadde etter oppfôring ca 30 prosent fett i fileten.

### **Miljøriktig oppdrett**

Målet med prosjektet er å utvikle oppdrettsmetoder som minimaliserer negative miljøvirkninger.

Såkalt triploid laks kan medvirke til en løsning av konflikten omkring rømt oppdrettslaks. Triploid laks er steril (har tre kromosomsett mens normal laks har to), og ved å bruke triploid hunnfisk kan en trolig unngå at rømt oppdrettslaks vandrer opp i elvene. Så langt viser triploid laks like god vekst i ferskvann som normal laks, mens dødeligheten fra befruktning til startfôring er noe høyere. Det er heller ikke forskjeller i motstandskraft mot IPN-virus i vanlig og triploid laks, men det var generelt lav dødelighet i forsøket. Merket triploid og vanlig laks er sluppet fra matfiskanlegget ved Matre havbruksstasjon for å undersøke gjenfangst og vandrings hos rømt triploid laks.

Sur nedbør har ført til stor fiskedød i Sør-Norge. Fiskedøden skyldes ofte giftige aluminiumsforbindelser som vaskes ut av jordsmonnet av sur nedbør. Observasjoner på Vestlandet har gitt oss indikasjoner på at det også kan dannes giftige forbindelser når det sure, aluminiumsholdige smeltevannet blander seg med sjøvann i fjordene. Forsøk har vist både dødelighet og skadelige effekter på laks oppdrettet i slike blandsoner. Vi har også klare indikasjoner på at andre marine organismer som blåskjell og tanglopper.